

# **Effekter av naturvårdande skogsskötsel på lång sikt med Heureka Plan Wise**

## **- analys av restaureringsåtgärder för naturvärden i Sveaskogs Ekopark Käringberget**

*Long term effects of forest restoration with Heureka PlanWise*

*- analysis of restoration actions for nature values in Sveaskogs Ekopark Käringberget*



Foto: Adam Burström

**Robert Nilsson**

**Arbetsrapport 440 2015**  
**Examensarbete 30hp A2E**  
**Jägmästarprogrammet**

**Handledare:**  
**Torgny Lind**



# **Effekter av naturvårdande skogsskötsel på lång sikt med Heureka Plan Wise**

## **- analys av restaureringsåtgärder för naturvärden i Sveaskogs Ekopark Käringberget**

*Long term effects of forest restoration with Heureka PlanWise*

*- analysis of restoration actions for nature values in Sveaskogs Ekopark Käringberget*

**Robert Nilsson**

*Nyckelord: heureka, naturvärden, restaurering, naturvård, långsiktiga effekter*

Examensarbete i Skogshushållning vid institutionen för skoglig resurshushållning, 30 hp  
EX0768 A2E

Handledare: Torgny Lind, SLU, Institutionen för skoglig resurshushållning, resursanalys

Examinator: Tomas Lämås, SLU, Institutionen för skoglig resurshushållning, planering

## **Förord**

Detta examensarbete om 30 högskolepoäng har genomförts som en del i Jägmästarutbildningen på institutionen för skoglig resurshushållning vid Sveriges lantbruksuniversitet. Iden till arbetet uppkom efter ett förslag från min handledare Torgny Lind att det skulle vara intressant att simulera utveckling av naturvärden med Heureka PlanWise.

Jag vill rikta ett stort tack till nämnda handledare för att under arbetets gång kommit med förslag och idéer som underlättat skapandet av denna rapport. Jag vill även rikta ett stort tack till Helena Dehlin och Sveaskog för tillgång till data och behjälplighet vid frågor.

## Sammanfattning

En ökad medvetenhet om naturvärden och hotade arters habitatkrav har inneburit att fler skogar i allt större utsträckning restaureras istället för att lämnas till fri utveckling. Detta för att påskynda skapandet av värdefulla biotoper och habitat. Sveaskog har för ändamålet bildat 36 Ekoparker där hälften av arealen sköts med syfte att höja naturvärdena, antingen genom att lämnas orört eller med anpassade skogsskötselåtgärder.

Målet med examensarbetet var att utvärdera de långsiktiga effekterna av Sveaskogs planerade åtgärder inom Ekoparken Karingberget med Heurekas applikation PlanWise samt att utvärdera möjligheten att simulera naturvårdsskötsel med Heureka. En analys gjordes för att jämföra om det var effektivare att lämna bestånden till fri utveckling jämfört med aktiva skogsskötselåtgärder. Detta utvärderades genom att mäta hur lång tid det tar för naturvärden att bildas med avseende på virkesförråd, volym död ved, antalet naturvärdesträd och när bestånd uppnår nyckelbiotopstatus.

Resultaten visar på att Sveaskogs naturvärdesrestaurering i vissa biotoper har en positiv påverkan på volym död ved och antalet naturvärdesträd samt i alla biotoper en negativ påverkan på virkesförrådsutveckling jämfört med fri utveckling. I majoriteten av de olika biotoperna presterar scenariot med fri utveckling bättre än restaurering. För skapandet av nyckelbiotoper så når båda scenarierna målet vid ungefär samma tidpunkt, det skiljer dock i hur de utvecklas mellan olika biotop typer. Resultatet kan bero på svårigheter i implementering av Sveaskogs naturvårdsrestaurering, främst brand, i Heurekas simuleringar.

## Abstract

An increased awareness of nature conservation and habitat requirements for endangered species have had the effect that forests are restored to a greater extent instead of being left to free development. This is done to accelerate the creation of valuable habitats. For this purpose Sveaskog has established specific landscapes, Ecoparks, where half the area is managed with focus on nature conservation, either by free development or by restoration management that mimics natural disturbance.

The aim of the thesis was to make a long-term analysis with the Heureka application PlanWise of the effects of Sveaskog's planned restoration management within the Ecopark Kåringberget and the possibilities to simulate nature conservation management with Heureka. Two long-term analysis simulations were compared, one with free development and one with restoration management. The effects with respect to how long time it takes for natural values to form were evaluated by indicators as volume, amount of dead wood, the number of nature value trees which results in creation of key biotopes.

The result shows that Sveaskog's nature restoration management has a positive impact in part of the biotopes on the amount of dead wood and the number of nature value trees, and in all biotopes there is a negative effect on standing volume compared to the free development scenario. In the majority of the biotopes the free development scenario has a better performance. Both scenarios reach the key biotope target about the same time, but they have different trends of development. The result can depend on difficulties in the implementation of Sveaskogs restoration actions, primarily the simulation of fire, in Heureka.

## Innehåll

Förord .....	2
Sammanfattning .....	3
Abstract .....	4
Inledning.....	6
Bakgrund .....	6
Syfte .....	7
Material och metod.....	8
Skogsskötsel och naturvårdsarbete.....	8
Studieområdet.....	9
Beståndsdata.....	10
Ingående tillstånd .....	11
Heureka PlanWise .....	13
Import av beståndsdata.....	13
Skogsdomäner och kontrollkategorier .....	13
Skogsskötsel.....	14
Död ved .....	15
Naturvärdesträd .....	15
Scenarier och naturvärdesuppföljning.....	16
Resultat.....	18
Skattning av död ved och naturvårdsträd vid planstart .....	18
Naturvärdesutveckling .....	19
Bestockning och trädslagsblandning .....	19
Död ved .....	21
Naturvärdesträd .....	23
Nyckelbiotoper .....	25
Diskussion .....	28
Osäkerheter.....	28
Beståndsutveckling.....	29
Stående volym .....	29
Död ved .....	30
Naturvärdesträd .....	30
Nyckelbiotoper .....	30
Slutsats .....	31
Referenser.....	32
Bilaga 1. Skötselinställningar i PlanWise .....	35
Bilaga 2. Sveaskogs naturvärdesrubriker för naturvärdesbedömning.....	38

# Inledning

## Bakgrund

Det svenska skogslandskapet har i och med industrialiseringen av skogsbruket radikalt förändrats under de senaste 100 åren. Det har utvecklats från att vara influerat av bränder och andra naturliga störningar med ett stort inslag av gamla träd och död ved till att bli ett landskap dominerat av tall- och granmonokulturer (Östlund et al., 1997). Skogar med lång kontinuitet har fragmenterats vilket har en negativ effekt på de djur, insekter, växter och svampar som är beroende av sådana strukturer, substrat och miljöer (Stokland and Larsson, 2011). En effekt av detta är att det råder en utdöende skuld i de boreala Fennoskandiska skogarna (Hanski, 2000, Berg et al., 1994). Detta innebär ett förväntat utdöende av arter då arten initialt överlever en habitatförändring men i förlängningen dör ut på grund av sämre reproduktionsmöjligheter eller spridningsmöjligheter (Kuussaari et al., 2009, Hanski, 2000). Främst drabbar det arter som har dålig spridningsförmåga eller specifika habitatkrav (Vellend et al., 2006). I Sverige förekommer 52 % av de rödlistade arterna i skogsmiljö. Av de hotade arterna inom skogen så minskar populationen kraftigt för 16 % av dessa. För 43 % så har populationen en begränsad utbredning samtidigt som den minskar, är fragmenterad och/eller fluktuerar extremt (Gärdenfors, 2000).

Sedan 1994 är miljömål likställda med produktionsmål i den svenska skogsvårdslagen (Skogsstyrelsen, 2012) vilket i samverkan med frivilliga certifieringar som FSC (FSC, 2010) gett ett tydligare fokus på naturvård och naturvårdsfrågor. Exempel är vilken typ av skog som innehåller naturvärden och att naturvärden kan återskapas genom aktiv skötsel. Flera olika restaureringsåtgärder tillämpas t.ex. kontrollerad brand, skapande av död ved, skyddande av lövträdplantor och genom att förändra beståndsstrukturen med luckhuggning, röjning och gallringar. Sammanfattningsvis så efterliknar naturvärdesrestaureringar naturliga störningar (Halme et al., 2013, Attiwill, 1994).

Flertalet studier behandlar frågan om naturvärdesrestaurering med fokus på vad för substrat och habitat som behövs för en viss art eller utvecklingen av mängd död ved över tid (Pasanen et al., 2014, Toivanen and Kotiaho, 2007). Vilket skogstillstånd som ska användas som målreferens vid naturvärdesrestaurering har också undersökts (Josefsson et al., 2009, Kuuluvainen, 2002). Det har utförts analyser där man simulerar naturlig störningsdynamik, främst brand och sedan jämfört det med konventionellt skogsbruk. Studier som analyserar de långsiktiga effekterna av naturvärdesrestaurerande åtgärder saknas (Kuuluvainen and Grenfell, 2012).

Sveriges största skogsägare Sveaskog har en ambition vad gäller naturvård att 20 % av den produktiva skogsmarken nedanför gränsen för fjällnära skog ska brukas med en naturvårdsinriktning. Naturvårdsarbetet finns på flera nivåer och skalor, alltifrån generell hänsyn vid avverkning till avsättningar och restaurering utifrån ett landskapsperspektiv (Sveaskog, 2012).

För att kunna utvärdera olika åtgärder i skogsbruket som syftar till att öka naturvärdena som har lång leveranstid krävs verktyg som kan simulera långsiktiga effekter av utförda åtgärder. Ett sådant beslutsstödssystem, Heureka, har utvecklats för att möta den ökade komplexiteten i det moderna skogsbruket och för att kunna hantera fler mål än den ensidiga



virkesproduktionen (Wikström et al., 2011). Exempel på nya mål som hanteras är biodiversitet, rekreation, och kolinlagring. Heurekasystemet består av en grupp programvaror för skoglig planering och analys. Systemet har utformats för att kunna modellera många av skogens värden. Heureka består av tre applikationer; StandWise, PlanWise och RegWise. StandWise för beståndvisa analyser, PlanWise för skogsbruksplanering, landskapsplanering och avverkningsberäkningar för små eller stora innehav på kort och lång sikt samt RegWise för konsekvensanalyser på regional nivå.

## *Syfte*

Då skogsbruk och ett träds biologiska ålder spänner över en väldigt lång tidsperiod innebär det att leveranstiden för naturvärden är lång (Banner och LePage, 2008). Därför fordras långsiktiga analyser av hur naturvärden utvecklas över tid samt vilka åtgärder som lämpar sig för att påskynda skapandet av naturvärden. I detta arbete gjordes långsiktiga analyser med Heureka applikationen PlanWise på Sveaskogs Ekopark Käringberget.

Målen med studien var att utvärdera;

- Långsiktiga effekter av Sveaskogs naturvärdesrestaureringsplan för ekoparken.
- Skillnaden i utvecklingen av naturvärden mellan att använda fri utveckling eller den föreslagna planen
- Leveranstid för naturvärden.
  - Den tid det tar att utveckla naturvärden.
  - Utveckling av volym död ved.
- Möjligheterna att simulera naturvärden med Heurekas applikation PlanWise

## Material och metod

### *Skogsskötsel och naturvårdsarbete*

Sveaskog ägs av den svenska staten och är den enskilt största ägaren av skogsmark i Sverige med ett innehav på 14 % av den produktiva skogsmarken. Sveaskogs kärnverksamhet är skogen och dess tillgångar (Sveaskog, 2013b). En viktig del i Sveaskogs naturvårdsarbete är att all Sveaskogs produktiva skogsmark har en av följande målklasser; PG (produktion med generell hänsyn) PF (produktion med förstärkt hänsyn), NS (naturvårdande skötsel) eller NO (orörda områden). Denna målklassning ligger till grund för hur enskilda bestånd kommer att skötas.

#### Generell hänsyn i produktionsskogar (PG-PF)

Naturhänsyn vid avverkning består av detaljhänsyn som lämnandet av trädgrupper, kantzoner och naturvärdesträd. Hur mycket som lämnas vid varje avverkning varierar mellan 2 till 50 % av avdelningsarealen, där den lägsta nivån gäller endast i de fall där skogen är tydligt enskiktad och saknar variation, annars ligger den lägsta andelen hänsyn vid 5 % (Sveaskog, 2012).

#### Naturvårdsskogar (NS – NO)

I denna kategori ingår alla kända bestånd med höga naturvärden i Sveaskogs innehav. Arealen på dessa bestånd är väldigt varierande från väldigt små områden (0,5 ha) till större områden som uppgår till ett hundratal hektar. Den totala arealen NS-NO områden är ca 300 000 ha, vilket motsvarar 10 % av Sveaskogs produktiva skogsmark. Det består av nyckelbiotoper, naturvärdeslokaler samt en kategori som kallas restaureringsskogar. Restaureringsskogar är bestånd med höga naturvärden som idag inte når upp till kraven för att klassas som nyckelbiotop eller naturvärdeslokal, men där målet är att dessa ska restaureras för att i framtiden innehålla ännu högre naturvärden (Sveaskog, 2012).

#### Ekoparker

Ekoparker är Sveaskogs verktyg för att innefatta ett landskapsperspektiv i naturvärden. Stora områden med naturvärden samlas inom ett geografiskt koncentrerat område där naturvård är prioriterat gentemot ekonomi. Inom en Ekopark så sköts minst 50 % av arealen med naturvårdsinriktning, och på den resterande arealen så bedrivs skogsbruk på konventionellt sätt. Sveaskogs 36 ekoparker har en total areal på 175 000 ha skogsmark vilket motsvarar 5 % av Sveaskogs totala innehav (Ahn Lund, 2009). Skogsskötselåtgärder med mål att öka naturvärden är vanligt förekommande i Ekoparkerna. Målet för denna skötsel är att påskynda skapandet av stukturer vilka kan bilda habitat för hotade arter, normalt genom att efterliknande av naturliga processer (Sveaskog, 2005).

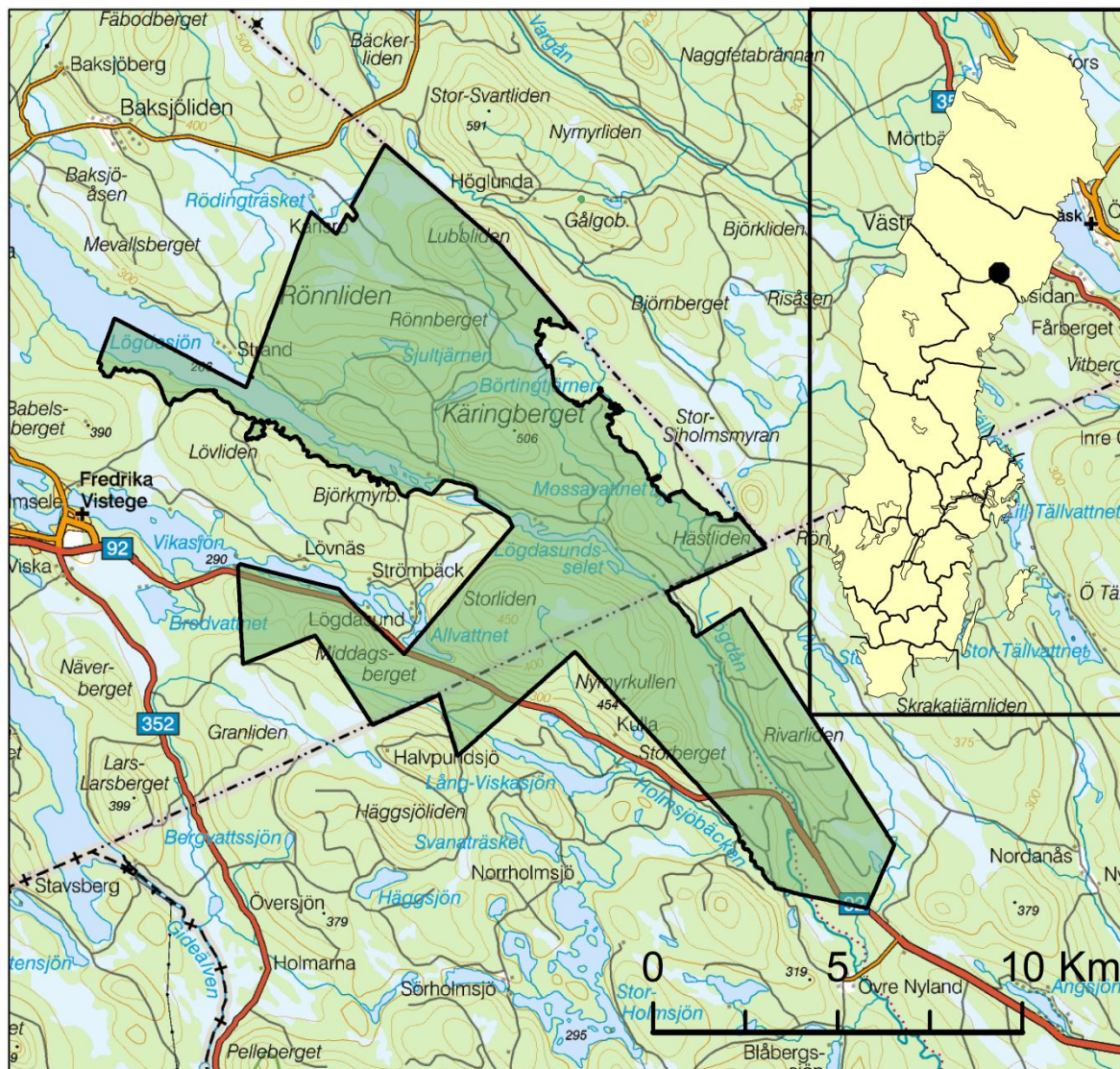
Skogsskötselåtgärder som tillämpas för att stärka naturvärden:

- Utglesning, luckhuggning och restaureringshuggning
  - Innefattar naturvårdsriktade gallringar med mål om högre andel löv, frihuggning av äldre träd från gran eller avverkning av exotiska trädslag.
- Naturvårdsbränning och brandefterliknande åtgärder

- Innefattar kontrollerad brand samt skapande av död ved genom katning, bankning eller ringbarkning.
- Igenläggning och dämning av diken
  - Uppdämning av diken för att återfå en högre fluktuerande grundvattennivå (Sveaskog, 2005, Sveaskog, 2012).

## Studieområdet

Sveaskogs Ekopark Karingberget är beläget vid Lögdeälven på gränsen mellan Åsele och Bjurholms kommun i Västerbotten (Figur 1). Total areal är 13 963 ha varav 10 895 ha produktiv skogsmark, 1766 ha myrimpediment, 834 ha vatten, 84 ha bergimpediment samt 384 ha övrig mark. Anledningen till att detta område har valts ut till Ekopark är på grund av att Sveaskogs egna nyckelbiotopsinventeringar samt naturvärdesinventeringar har funnit höga naturvärden i området (Sveaskog, 2005). Karingberget ingår även i länsstyrelsens strategi för formellt skydd av skog i Västerbotten (Länstyrelsen and Skogsvårdsstyrelsen, 2006).



**Figur 1** Geografisk läge för Sveaskogs Ekopark Karingberget.

© Lantmäteriet, i2012/901

**Figure 1** Geographical location of Sveaskog's Ekopark Karingberget

De naturvärden som är förekommer och är karakteristiska för Käringberget härstammar från områdets brandhistorik. Många avdelningar är historiskt sett påverkade av brand på olika sätt. Brandsår som finns är överståndare med brandljud i äldre tallbestånd, lövbrännor med sälj och asp samt granbrännor (Sveaskog, 2005). Bestånden med naturvärden har indelats enligt Skogsstyrelsens instruktion för nyckelbiotopsinventering (Norén et al., 2002) i fyra biotyper – Tallnurskog, Lövrik barrnurskog, Lövnurskog samt Grannurskog. De bestånd med höga naturvärden som inte uppnår nyckelbiotopsstatus har tilldelats en ekologisk målbild vilket är den biotyp som avdelningen förväntas tillhöra i framtiden. När ett bestånd uppnår önskat tillstånd så är den ekologiska målbilden uppfylld. Fördelningen av biotyperna idag samt för Sveaskogs ekologiska målbilder i Käringberget återfinns i Tabell 1.

**Tabell 1** Ekologiska målbilder för Ekopark Käringberget i procent för nuvarande tillstånd, andel som ska restaureras och andel för Sveaskogs framtidsmål

*Table 1 Ecological target for Ecopark Käringberget specified in percent for current state, share to be restored and the future goal*

Ekologisk målbild	Utgångsläge %	Restaurering %	Framtid %
Tallnurskog	5	10	15
Lövrik Barrnurskog	4	8	12
Lövnurskog	1	10	1
Grannurskog	4	3	7
Summa	14	31	45

Källa: (Sveaskog, 2005)

## Beståndsdata

Indata som används för simuleringarna kommer från Sveaskogs beståndsregister där beståndsdata är framskrivet till år 2012. Tidpunkt för insamling beståndsinformation av skogliga variabler varierar från 1972 till 2012.

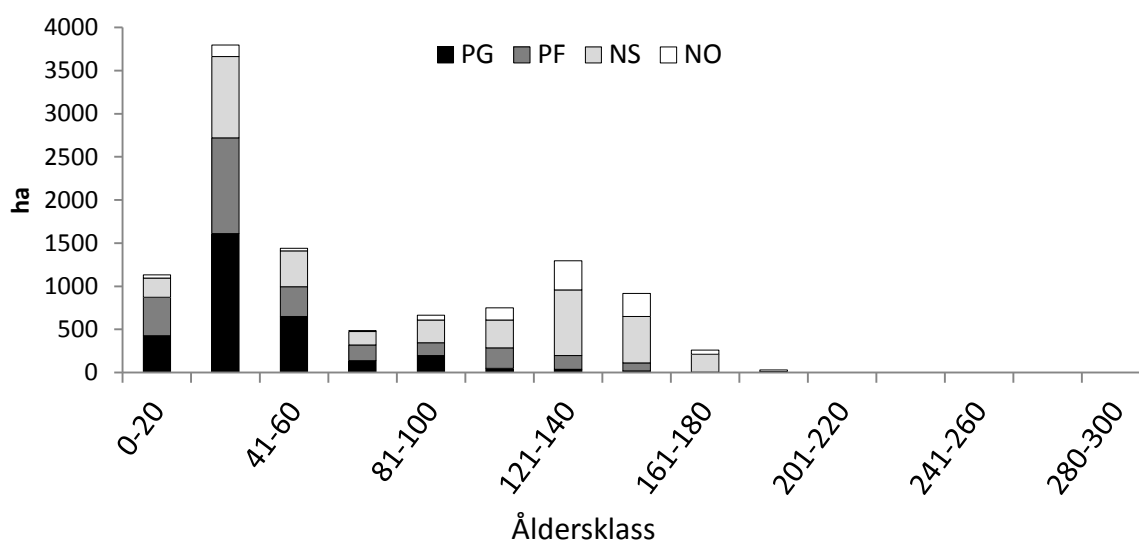
Naturvärdesinventeringen utfördes under perioden 20 maj – 15 augusti 2004 som en s.k. biotoplanalys. Detta var en fältinventering där all produktiv skogsmark i det tilltänkta området besöktes. Instruktionen som låg till grund för bedömningen av naturvärden var Sveaskogs egen då gällande instruktion för naturvärdesinventering (Sveaskog, 2005). För klassificeringen av nyckelbiotoper används skogsstyrelsens definitioner (Norén et al., 2002), Ekologiska data som samlades in var t.ex. antalet lågor och torrakor > 15 cm diameter i brösthöjd (dbh) och antalet naturvärdesträd. De bestånd som klassades som NO och NS tilldelades en av följande ekologiska målbilder; Grannurskog, Tallnurskog, Lövnurskog eller Lövrik Barrnurskog (Sveaskog, 2004).

I NS bestånd har inventeraren angett skötsel förslag (frihuggning, utglesning, luckhuggning, resthuggning eller naturvårdande bränning) angivet med andel av arealen på avdelningen där åtgärden ska utföras. Uttag är angivet i andel som ska tas bort per trädslag och totalt (Sveaskog, 2004).

För att koppla samman skoglig bestånddata och naturvärdesdata för varje bestånd användes ArcGis 10.1 (ESRI, 2012). Ekoparkens beståndsindelning har förändrats från vad den var 2004 då biotopsinventeringen utfördes fram till aktuellt beståndsregister år 2012. Främst har avdelningar delats upp i mindre delar. Då det inte finns unika naturvärdesdata för de nya avdelningarna så har de tilldelats naturvärdesdata från den större avdelning de tillhörde under biotopsinventeringen 2004.

### *Ingående tillstånd*

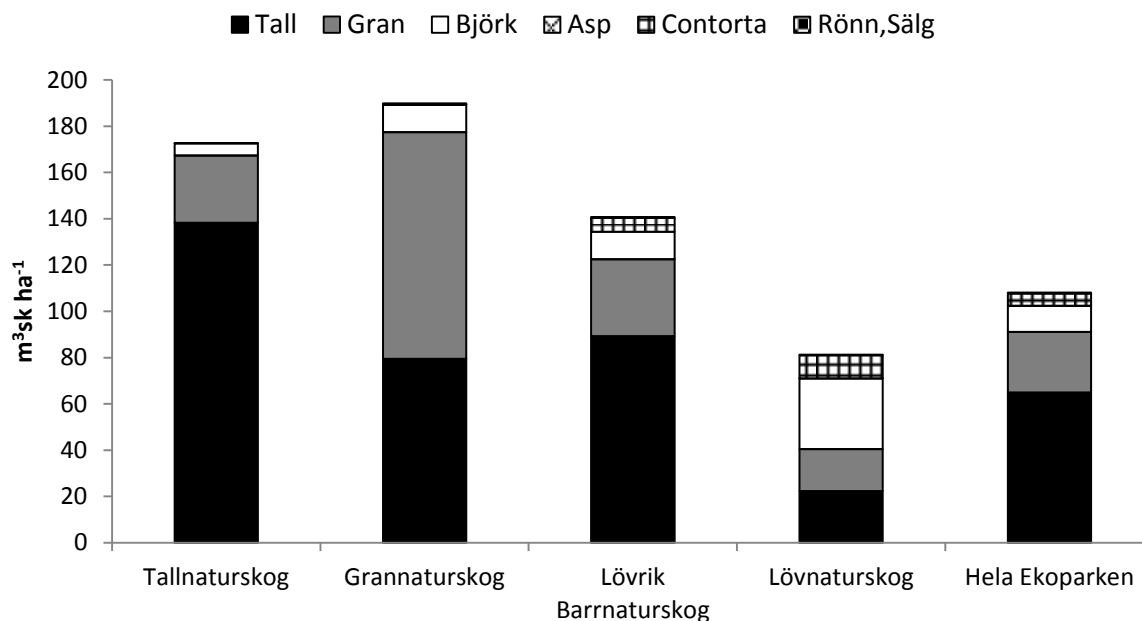
Den initiala åldersklassfördelningen visar att mycket gamla bestånd >200 år saknas helt, samt att NO bestånd som redan har höga naturvärden är mellan åldrarna 120-160 år. De skogar som är klassade som NS är utspridda i hela åldersspannet men flest i unga bestånd 21-40 år samt i bestånd med en ålder av 120-160.



**Figur 2** Åldersklassfördelning i 20-års intervall fördelat på målklasserna NO, NS, PF och PG.

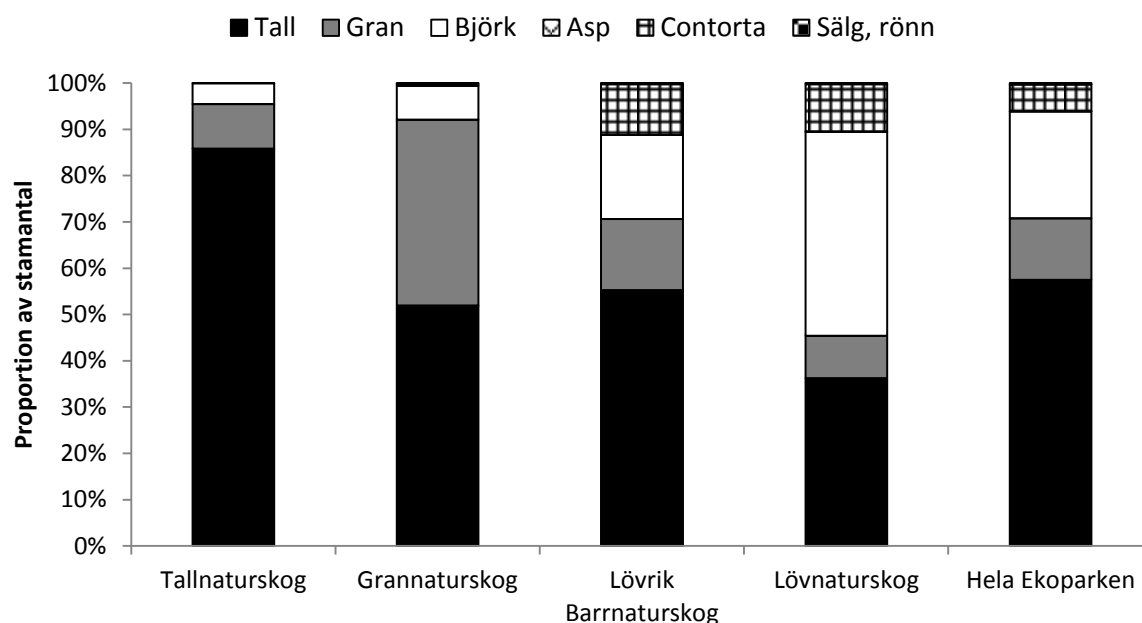
**Figure 2** Age class distribution in intervals of 20 years divided into the target-classes NO, NS, PF and PG.

Tall är det dominerade trädslaget inom ekoparken och utgör 58 % av stamantalet respektive 61 % av virkesförrådet. Löv utgör 22 % av stamantalet och 10 % av virkesförrådet (Figur 4). Trädslagsfördelningen varierar för de olika ekologiska målbilderna och det trädslag vilket fokus ligger på har en större andel i respektive målbild. Anmärkningsvärt är att asp, sälg och rönn endast har en marginell del av trädslagsblandningen och då i främst ekologiska målbilderna *Lövmik Barrnaturskog* och *Lövmik Naturskog*. Det trädslaget som har högst volymandelen är tall med i medeltal på  $65 \text{ m}^3 \text{ sk ha}^{-1}$  för hela ekoparken. Den ekologiska målbild som innehåller lägst volym är *Lövmik Naturskog* på  $81 \text{ m}^3 \text{ sk ha}^{-1}$ . Den genomsnittliga stående volymen för NO och NS avdelningarna är  $143 \text{ m}^3 \text{ sk ha}^{-1}$ .



**Figur 3** Stående volym [ $m^3sk$ ] i utgångsläget per trädslag för de olika ekologiska målbilderna och i hela ekoparken

**Figure 3** Initial growing stock [ $m^3sk$ ] by species in the whole Ecopark and divided by the ecological targets, Natural pine forest, Natural spruce forest, Deciduous rich coniferous forest, Natural deciduous forest



**Figur 4** Trädslagsblandning i utgångsläget uppdelat på ekologiska målbilderna samt totalt över hela ekoparken.

**Figure 4** Initial tree species composition by proportion of stems by the tree species; pine, spruce birch, aspen, lodgepole pine and sallow/rowan for the whole Ecopark and divided by the ecological targets Natural pine forest, Natural spruce forest, Deciduous rich coniferous forest and Natural deciduous forest

## ***Heureka PlanWise***

I denna studie används Heurekas applikation PlanWise version 1.9.9.0 för att analysera de långsiktiga effekterna av olika skogsskötselåtgärder. Heureka är uppbyggt modulariskt med flera olika delsystem med tillväxtmodeller, åtgärdsmodeller, skötselprogramgenerering, kostnadsfunktioner, värdeberäkning, optimering, rapporthantering, kartfunktioner och importfunktioner (Anon, 2014b).

### **Import av beståndsdata**

Importen av beståndsregister gjordes med mallen ImportTemplate\_ver3 (Anon, 2013a). Efter importen så simuleras individuella träddata utifrån de ursprungliga beståndsdata eftersom att Heureka använder modeller (t.ex. för tillväxt och skötselningrepp) som kräver information om enskilda träd. Simuleringen av trädens diameterfördelning utförs med hjälp av en Weibullfördelning, vilket är en kontinuerlig sannolikhetsfördelning. Den ger en högerskev diameterfördelning där majoriteten av stammarna har en diameter nära medeldiametern och ett fåtal stammar som är grövre än medelträdet (Anon, 2013c).

### **Skogsdomäner och kontrollkategorier**

I PlanWise kopplas avdelningarna till s.k. skogsdomäner. För varje skogsdomän sätts ett eller flera villkor upp och avdelningarna fördelas på skogsdomäner på basis av hur de uppfyller villkoren (Anon, 2014a). Exempel på villkor kan vara att beståndet ska innehålla en viss mängd tall, eller en specifik målklass.

Varje skogsdomän är kopplad till minst en kontrollkategori som styr skogsskötseln. Kontrollkategorierna består av en eller flera kontrolltabeller som innehåller modeller vilka påverkar skogsskötseln och beståndsutvecklingen. Det finns åtta kontrolltabeller; Soil model, Climate model, Dead wood, Production Model, Recreation, Treatment Model, Cost and Revenue och Treatment Program Generator. I dessa specificeras parameterar för att styra yttre påverkan t.ex. klimat och åtgärder beroende på önskad skogsskötsel för respektive skogsdomän.

**Tabell 2** Areal (ha) för varje skogsdomän med tillhörande kontrollkategori fördelat på ekologiska målbilderna; Tallnurskog, Grannurskog, Lövrik Barrnurskog, Lövnurskog

**Table 2** The area (ha) for each forest domain and associated control categories divided on ecological target; Natural pine forest, Natural spruce forest, Natural coniferous forest rich in deciduous trees, Natural deciduous forest

Kontrollkategori	Ekologisk målbild			
	Tallnurskog	Grannurskog	Lövrik Barrnurskog	Lövnurskog
Naturvårdsbränning med brandgynnande uttag	582	12	132	0
Granuttag	109	75	106	387
Talluttag	0	0	0	122
Bestånd med två skikt	13	0	13	0
Contortaavverkning	0	0	111	56
Luckhuggning	4	0	0	0
Tallnurskog	225	0	0	0
Grannurskog	0	178	0	0
Lövrik Barrnurskog	0	0	581	0
Lövnurskog	0	0	0	579
Naturvårdsbränning (orört)	422	0	104	0
NO	188	553	235	158
<b>Summa:</b>	1543	818	1282	1302

## Skogsskötsel

### Naturvårdsskötsel

För att kunna tillämpa de beståndsvisa skötselöverslagen från naturvärdesinventeringen fördes dessa in som åtgärdsöverslag för bestånden (Anon, 2013b). Det finns inte några fördefinierade skötselåtgärder i PlanWise liknande de Sveaskog använder sig av som frihuggning, utglesning, resthuggning samt naturvårdande bränning. I PlanWise anpassas befintliga algoritmer för att simulera gallring, röjning och slutavverkningar i möjligaste mån så att dessa efterliknar skötselåtgärden enligt Sveaskogs intentioner.

I åtgärdsöverslagen angavs vilken åtgärd som ska utföras, vid vilken tidpunkt samt för gallring även gallringsstyrka. För att på detaljnivå kunna styra gallringens trädslagsval och om det ska huggas underifrån (låg gallring) eller uppiifrån (höggallring) så tilldelades alla NS-avdelningar en indikatorvariabel. De avdelningarna som skulle ha samma skogsskötsel tilldelades samma värde på en indikatorvariabel t.ex. de avdelningarna där gran var det enda trädslaget som skulle avverkas fick samma värde på indikatorvariabeln. Dessa indikatorvariabler användes sedan för att koppla bestånden till skogsdomäner. För varje skogsdomän skapades en egen kontrollkategori där skötseln specificerades för att passa till Sveaskogs planerade skötsel (Tabell 2 och appendix 1 Tabell 6).

För de NS avdelningar där endast en tidpunkt för NS-avverkning var angiven så har en generell skötsel (appendix 1 Tabell 6) angivits beroende på vilken ekologisk målbild avdelningen har.

I de bestånd där naturvårdsbränning skulle simuleras ändrades Mortality for Retained Trees i period ett och två för att simulera en ökad träddavgång. Hur stor andel av träden som avgår



efter en brand påverkas av intensiteten av branden. Intensiteten beror på hur fuktigt bränslet är, vindhastighet, samt mängden bränsle (Byram, 1959). Det har inte gjorts några övergripande studier för hur naturvårdsbränningar påverkar mortaliteten för de olika trädslagen i samband med brand och de följande åren, men avgången är troligen mellan 30-70 %<sup>1</sup>. De värden (appendix 1 Tabell 6) som sattes för mortalitet per trädslag testades fram så att den totala mortaliteten låg mellan 30 och 70 %

## ***Död ved***

I Sveaskogs biotopinventering mäts död ved som antalet lågor och torrakor/högstubbar > 15 cm i brösthöjd (dbh) per hektar (Sveaskog, 2004). I Heureka systemet behandlas död ved som volym (m<sup>3</sup>sk/ha). För att kunna använda den inventerade mängden lågor och torrakor i analysen omvandlades mängden från antal till volym. Detta gjordes genom att använda data från Riksskogstaxeringen (RT) (Tomppo et al., 2010, Ranneby et al., 1987). Det gjordes ett urval ur RT:s databas på all död ved >15 cm dbh i Västerbotten fördelat på liggande och stående död ved per trädslag angivet som en medelvolym per låga och torraka. Detta räknades sedan om till volym död ved per hektar för varje bestånd genom att multiplicera antal lågor med medelvolym för lågor och torrakor.

I kontrolltabellen för död ved sattes volymens årliga nedbrytningshastighet för död ved (DecompositionRateVolume) till 1,3 % för löv, 1 % för tall och 1,3 % för gran. Nedbrytningshastigheten för biomassa (DecompositionRateBiomass) sattes till 4,6 % för löv, 3,5 % för tall och 3,3 % för gran (Harmon et al., 2000).

## ***Naturvärdesträd***

Naturvärdesträd, vilka inte får avverkas enligt FSCs standard, är träd med höga natur- och biodiversitet värden. Preciserat är det avvikande träd som är särskilt stora eller gamla, träd med anmärkningsvärd stor omkrets, tjocka grenar eller platt krona, stora träd som växer på tidigare betesmark, stora aspar och alar (om de inte förekommer i stort antal) i barrträdsdominerade bestånd, trädformig sälj och rönn, stora enar, träd med brandljud, ihåliga träd och träd med rovfågelbon, träd med kulturspår samt små grupper av värdefulla lövträd i det boreala landskapet (FSC, 2010).

För att kunna hantera naturvärdesträd i analysen så användes Sveaskogs interna instruktion för identifiering av naturvärdesträd som stöd (Sveaskog, 2013a). I PlanWise skapades egna resultatvariabler för naturvärdesträd med gränsvärden för ålder och diameter, se Tabell 3. När antalet naturvärdesträd används i beräkningar och analyser så räknas antalet för den variabel som genererar flest naturvärdesträd i respektive period.

---

<sup>1</sup> Anders Granstöm Universitetslektor, Brandekologi, mejlkorrespondens januari 2014

**Tabell 3** Gränsvärden för diameter och ålder för när ett träd blir klassat som ett naturvärdesträd, trädet behöver inte uppnå båda kriterierna.

**Table 3** Threshold values for diameter [cm] and total age [yrs] for when a tree is classified as a nature value tree. Only one threshold must be reached.

Trädslag	Diameter [cm]	Ålder (total) [år]
Tall	50	210
Gran	50	210
Björk	40	150
Asp	30	130
Övriga trädslag (rönn,sälg)	10	0

### *Scenarier och naturvärdesuppföljning*

Två olika scenarion simulerades under 145 år för att kunna utvärdera effekterna av Sveaskogs naturvårdsskötsel.

**Restaurering** - med åtgärdsförslag på NO och NS-avdelningarna enligt Sveaskogs skötsel förslag

**Fri utveckling** - med fri utveckling i NO och NS- avdelningarna

För att kunna kvantifiera skillnaderna mellan de olika scenarierna och avgöra när höga naturvärden skapas så har Sveaskogs egen naturvärdesbedömning använts. Den består av 17 olika naturvärdesrubriker vilka betygsätts på en skala från 1-5 där 1 är det högsta betyget. Utifrån betygen i de olika naturvärdesrubrikerna så bedöms det totala naturvärdesbetyget i en avdelning. Detta används för att identifiera i vilka bestånd det finns höga naturvärden och för att kunna jämföra bestånd. Skogar med särskilt höga värden för naturvärdesrubrikerna naturvärdesträd ( $\geq 30 \text{ ha}^{-1}$ ), stående död ved ( $7,1 \text{ m}^3 \text{ sk ha}^{-1}$ ) och liggande död ( $7,1 \text{ m}^3 \text{ sk ha}^{-1}$ ) ved samt om NV-betyg 1 (Tabell 4) uppnås för minst tre naturvärdesrubriker klassas i denna analys som nyckelbiotoper och är då bestånd som antas uppnå en ekologisk målbild.

Av de 17 naturvärdesrubrikerna (appendix 2 Tabell 7) är fyra stycken kvantifierbara och kan återfås som resultatvariabler i PlanWise. Dessa är trädslagsblandning baserat på stamantal (tbl), beståndsålder, död ved och antalet naturvärdesträd.

**Tabell 4** Kriterier för när ett bestånd uppnår naturvärdesbetyg 1 för naturvärdesrubrikerna naturvärdesträd, trädslagsblandning (TBL), död ved och ålder.

Naturvärdesrubriker		Kriterier för naturvärdesbetyg 1
Trädslagsblandning	eller	$\geq 10 \%$ av TBL består av sällsynta trädslag <sub>1</sub> i äldre skog <sub>2</sub> $> 40 \%$ av TBL utgörs av bristträdslag <sub>3</sub>
Död ved	eller	$\geq 16$ lågor ( $3,29 \text{ m}^3 \text{sk}$ ) och $16$ stående döda träd ( $3,79 \text{ m}^3 \text{sk}$ ) $> 20$ lågor ( $4,11 \text{ m}^3 \text{sk}$ ) eller $20$ stående döda träd ( $4,74 \text{ m}^3 \text{sk}$ )
Naturvärdesträd	eller	$\geq 16$ st för enskilt trädslag $> 20$ st för totalt antal alla trädslag
Ålder		Träskikt med en snittålder på $> 200$ år

<sub>1</sub> Säl, rönn och lind

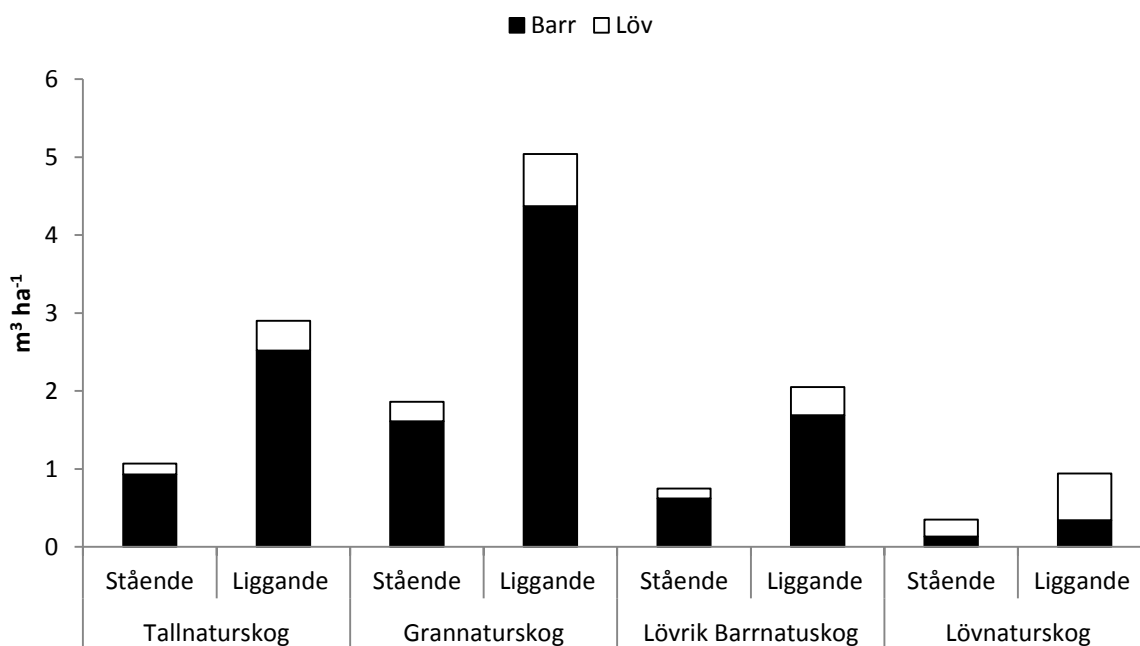
<sub>2</sub> Bestånd som uppnått LÅF (lägsta ålder för föryngringsavverkning)

<sub>3</sub> Träd som kan vara beståndsbildande, men som saknas i dagens skogslandskap, T.ex. asp och äldre björk.

## Resultat

### *Skattning av död ved och naturvårdesträd vid planstart*

Simulerad volym död ved >15 cm dbh vid planstart var  $2,3 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ . Den döda veden är fördelad på  $1,6 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  liggande död ved och  $0,6 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  stående död ved. Sett till de olika ekologiska målbilderna så är *Grannaturskog* den biototyp som innehåller mest död ved, i medeltal  $6,9 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  med den största delen som liggande död ved. De tre andra ekologiska målbilderna har samma tendens med en högre andel liggande död ved. *Lövnaturskog* är den enda klassen där andelen död ved för löv är högre än andelen död ved för barr (Figur 5)



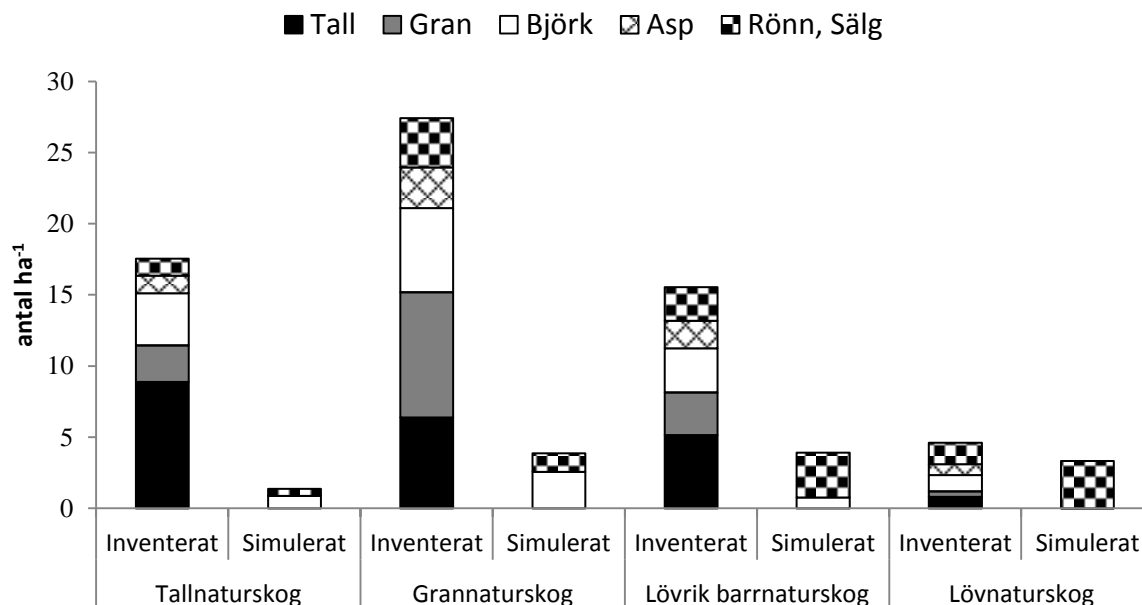
**Figur 5** Volym liggande och stående död ved [ $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ] fördelat på de olika ekologiska målbilderna  
**Figure 5** Initial amount of downed and standing dead wood [ $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ] for the different ecological targets Natural pine forest, Natural spruce forest, Deciduous rich coniferous forest, Natural deciduous forest

Fördelningen mellan stående och liggande död ved skiljer sig åt i det inventerade datat och de simulerade. Inventeringen visar på en fördelning av stående och liggande på 50:50 i genomsnitt, i det simulerade tillståndet är fördelning stående och liggande 27:73, fördelningen är lika stor i alla ekologiska målbilder.

Fördelningen av död ved från barr och lövträd är olika i de ekologiska målbilderna. I *Tallnaturskog* är fördelningen mellan barr och löv 76:24 i det inventerat data och 87:13 i det simulerade. I *Grannaturskog* är fördelningen 69:31 i inventerat data och 87:13 i det simulerade. I *Lövrík Barrnaturskog* är fördelningen 66:34 i det inventerat data och 83:17 i det simulerade data. I *Lövnaturskog* så är fördelningen 68:32 i det inventerat data och 73:27 i det simulerade data.

Antalet simulerade naturvärdesträd vid planstart är lägre än 5 per hektar och är av trädslagen, björk (*Betula* spp) rönn (*Sorbus aucuparia*) och sälg (*Salix caprea*). Det inventerade antalet naturvärdesträd överstiger mängden som simulerats och det är tall (*Pinus sylvestris*) som är det vanligaste naturvärdesträdet (Figur 6). Jämfört med inventerat antal naturvärdesträd så

består de simulerade naturvärdesträden endast av rönn, sälg och björk, medan de inventerade är fler till antalet och består av fler trädslag där björk, tall och gran är dominerande.



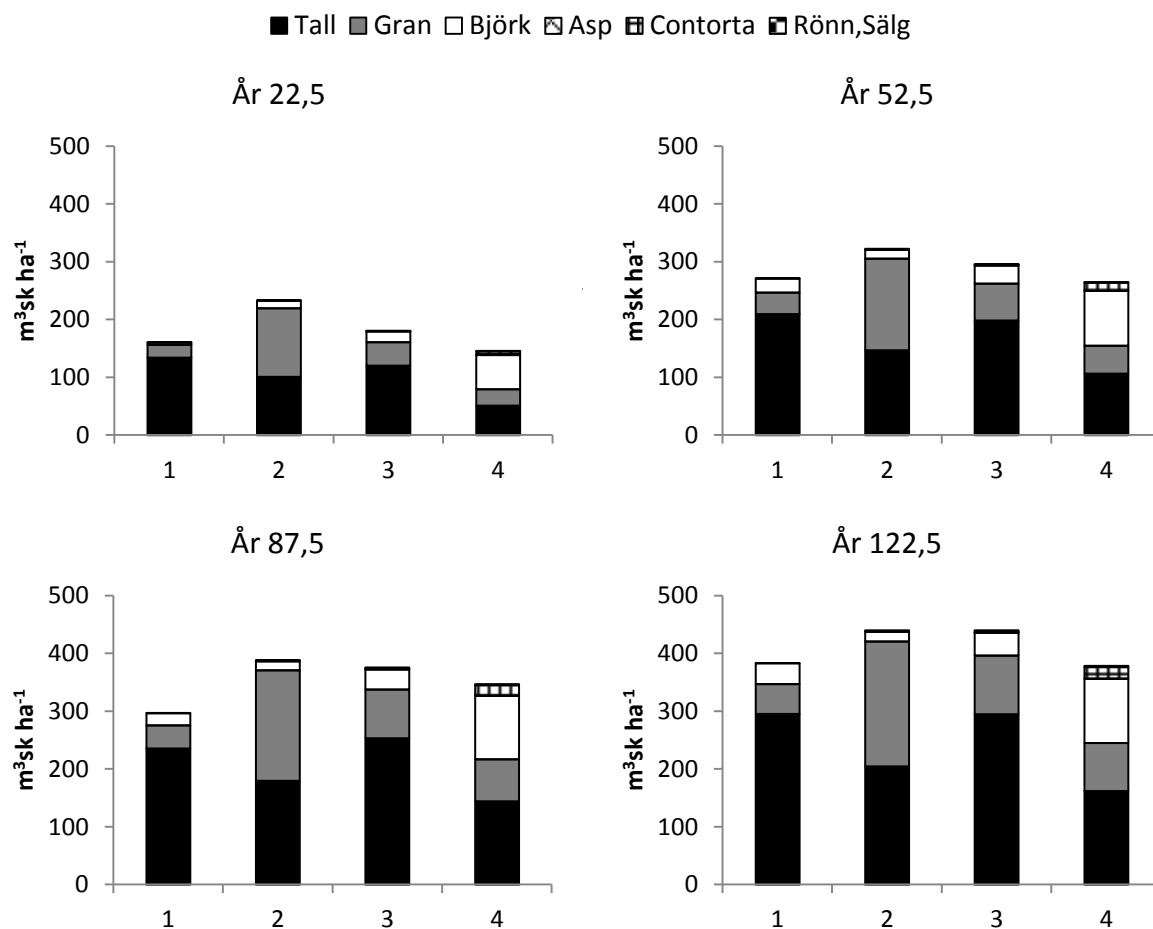
**Figur 6** Antalet NV-träd per hektar simulerat av PlanWise vid år 0 och antalet inventerade naturvärdesträd fördelat på trädslag för de olika ekologiska målbilderna

**Figure 6** Amount of nature value trees originated from a survey and the amount of nature value trees per hectare simulated by PlanWise in year 0 for each tree species, divided by ecological targets; Natural pine forest, Natural spruce forest, Deciduous rich coniferous forest, Natural deciduous forest

## Naturvärdesutveckling

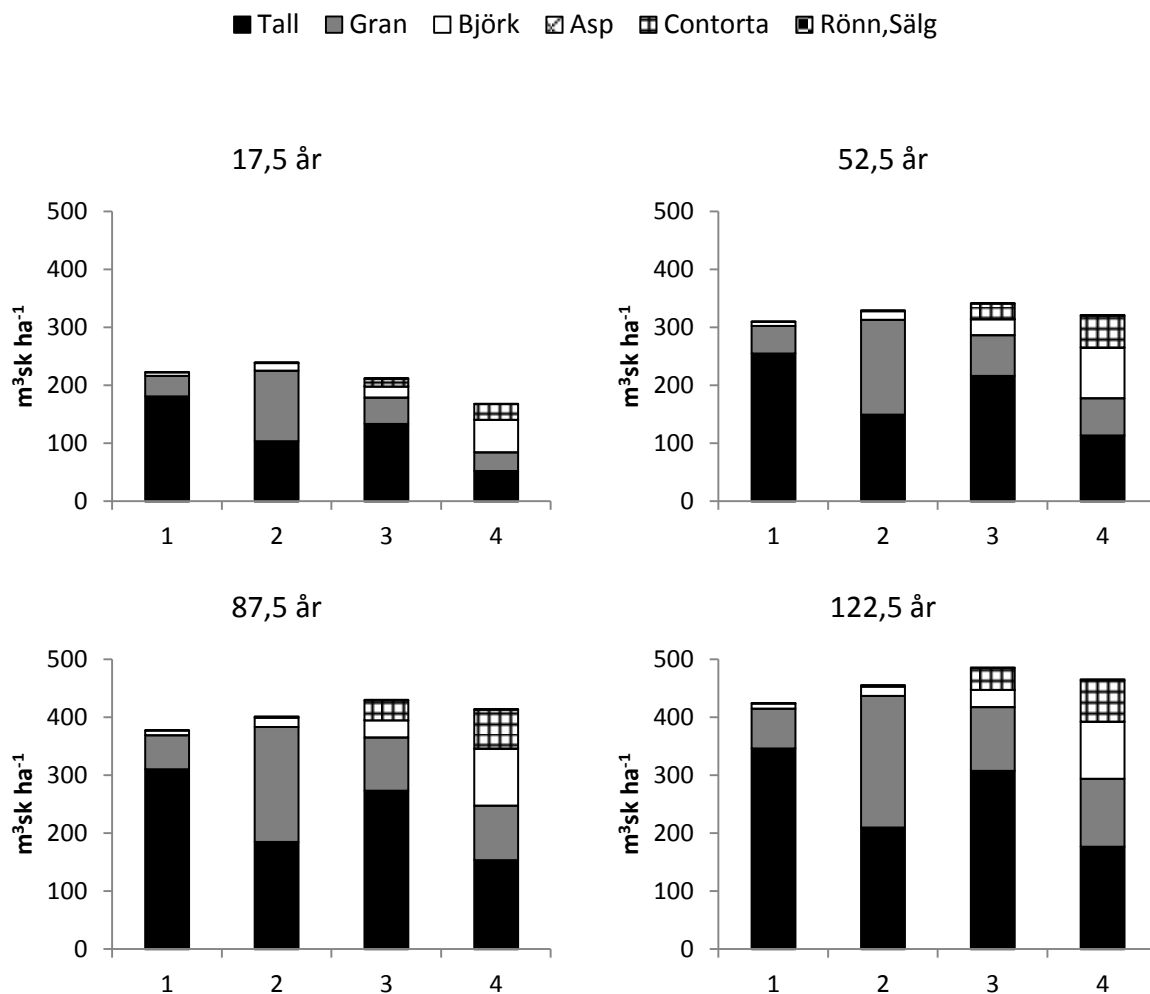
### Bestockning och trädslagsblandning

Virkesförrådsutvecklingen är generellt stigande för alla ekologiska målbilder för båda scenarierna. Scenariorna skiljer sig åt med avseende på förrådsutvecklingen för olika trädslag. Gran och tall ökar mer i scenariot *fri utveckling* än i *restaurering* i alla ekologiska målbilder. Andelen lövträdsvolym ökar däremot i *restaurering* i alla ekologiska målbilder förutom för rönn/sälg i *Tallnatskog* men skillnaden är endast marginell. Den största ökningen sker för tall i *Lövrík Barrnatskog* för både *restaurering* och *fri utveckling* där tallvolymen ökar till 205 m<sup>3</sup>sk ha<sup>-1</sup> respektive 219 m<sup>3</sup>sk ha<sup>-1</sup> 122,5 år framåt i tiden från ett utgångsläge på 89 m<sup>3</sup>sk ha<sup>-1</sup>. Procentuellt sett sker den största ökningen för asp i båda scenarierna i *Lövnatskog*, främst för att asp var helt frånvarande i planstart. Vid år 122,5 är volymen endast 0,8 m<sup>3</sup>sk ha<sup>-1</sup> i *restaurering* och 0,7 m<sup>3</sup>sk ha<sup>-1</sup> i *fri utveckling*. Den genomsnittliga stående volymen vid planslut är 431 m<sup>3</sup>sk ha<sup>-1</sup> i *restaurering* och 479 m<sup>3</sup>sk ha<sup>-1</sup> i *fri utveckling*.



**Figur 7** Volymutveckling per trädslag i scenariot *restaurering* över tidsperioden år 22,5 till år 122,5, uppdelat på ekologiska målbilder, 1 – Tallnatskog, 2 – Grannatskog, 3 – Lövrik Barrnatskog och 4 – Lövnatskog

**Figure 7** Volume development in the *restoration* scenario over the time period year 22.5 – year 122.5 by tree species divided by the ecological targets 1 – Natural pine forest, 2- Natural spruce forest, 3- Deciduous rich coniferous forest and 4- Natural deciduous forest



**Figur 8** Volymutveckling per trädslag i scenariot *fri utveckling* över tidsperioden år 22,5 till år 122,5 fördelat på ekologiska målbilder, 1 – Tallnaturskog, 2 – Grannaturskog, 3 – Lövrik Barrnaturskog och 4 – Lövnaturskog

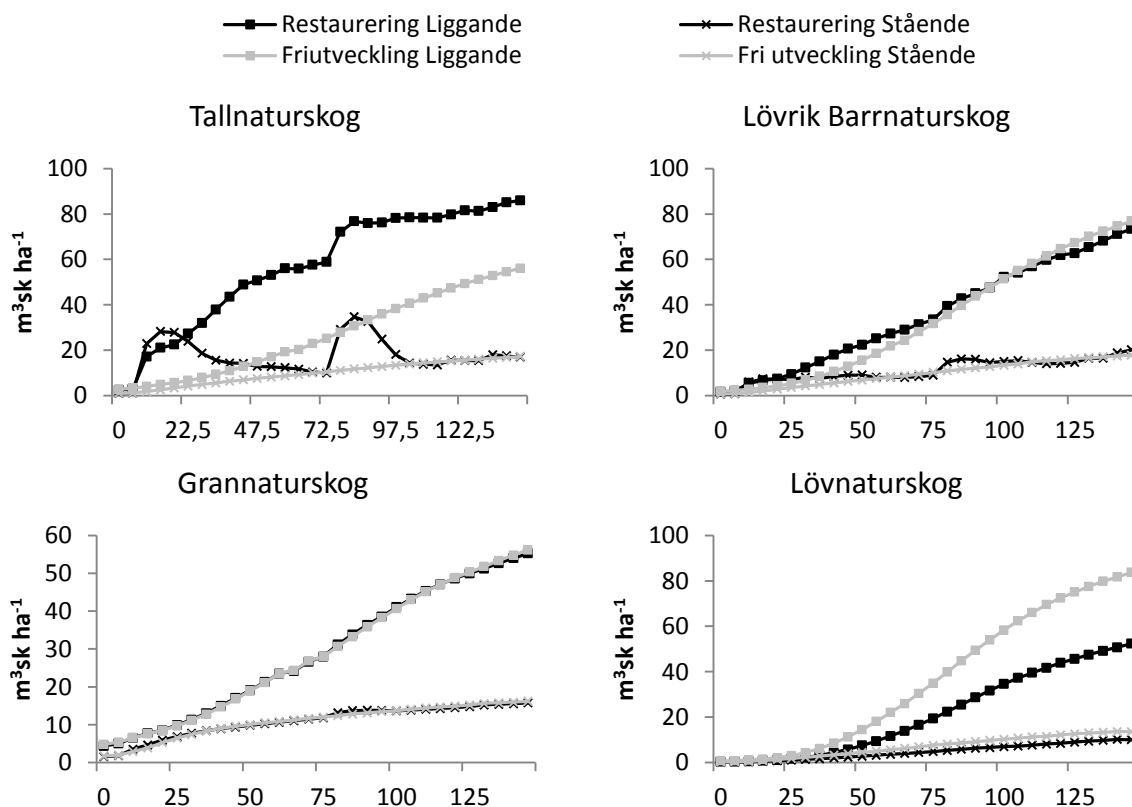
**Figure 8** Volume developments in the *free development scenario* over the time period year 22.5 – year 122.5 by tree species divided by the ecological targets 1 – Natural pine forest, 2- Natural spruce forest, 3- Deciduous rich coniferous forest and 4- Natural deciduous forest

## Död ved

För utvecklingen av död ved volym för barr- och lövträd, se Figur 9 och 10. I den ekologiska målbilden *Tallnaturskog* skiljer sig volymen död ved åt mellan de olika scenarierna. I *restaurering* så ökar den döda veden markant efter 7,5 år för både liggande och stående död ved för barr och löv. Den stående döda veden börjar sakta avta efter 17,5 år för att efter 67,5 år vara nere på samma nivå som stående död ved i *fri utveckling*, efter detta ökar den sedan markant igen. Dessa ökningar sammanfaller med ett ökat antal skötselåtgärder och då främst åtgärden brand. Den liggande döda veden i *restaurering* fortsätter att ackumuleras och är ända fram till planslut vida överstigande motsvarande värde i *fri utveckling*, i genomsnitt över hela planperioden är skillnaden  $30 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  för död ved barrträd och  $1 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  för lövträd. Det finns inga stora skillnader för död ved av liggande och stående död ved av barr mellan de olika scenarierna för de ekologiska målbilderna *Grannaturskog* och *Lövrik Barrnaturskog* där volymen död ved ökar över tid. Däremot är volymen lövträd i liggande död ved för *Grannaturskog* högre i *restaurering* fram till år 42,5 jämfört med *fri utveckling*.

I den ekologiska målbilden *Lövrik Barrnaturskog* så är skillnaden för liggande död ved av lövträd  $< 1 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  högre i **restaurering** fram till år 57,5. Därefter ökar skillnaden för att vid planslut ha skillnaden  $3,8 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ .

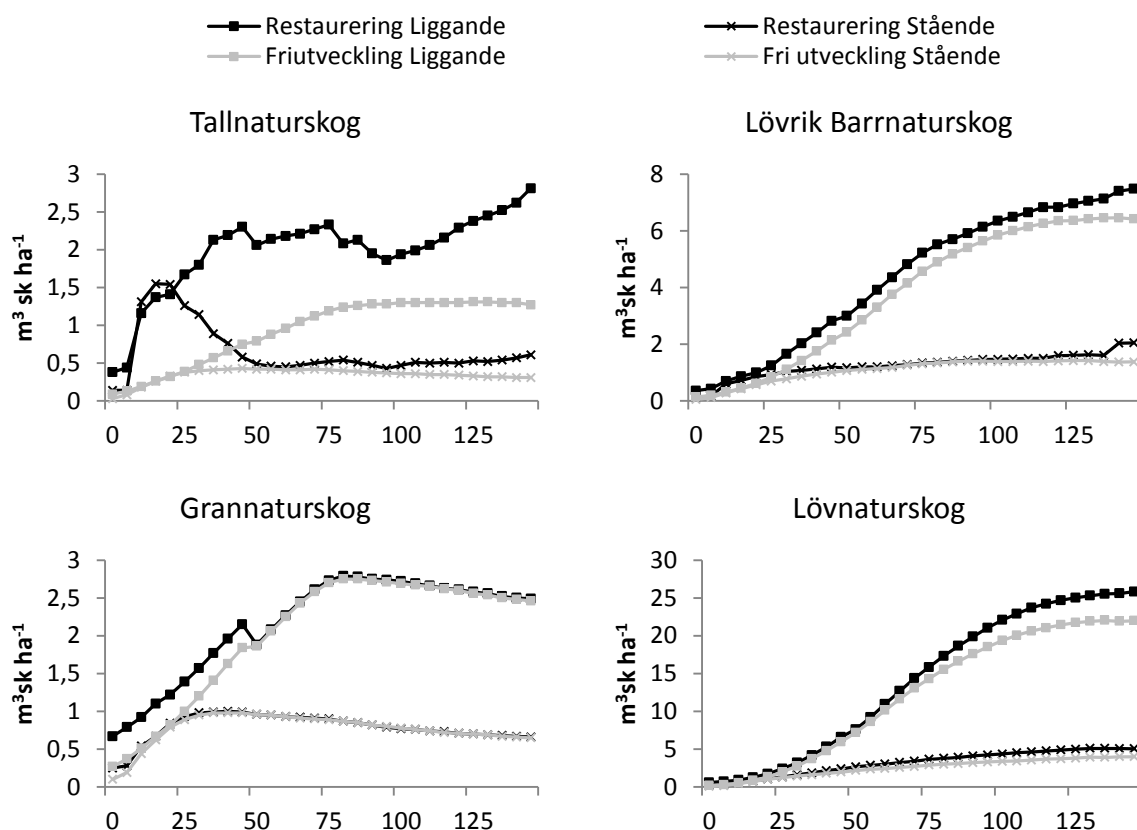
Utvecklingen av stående död ved för *Lövnaturskog* ser annorlunda ut jämfört med övriga målbilder. Fram till år 22,5 skiljer det  $1 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  men därefter ökar volymen i **fri utveckling**. Skillnaden fortsätter att öka fram till planslut.



**Figur 9** Volym liggande och stående död ved av barrträd [ $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ] för **restaurering** och **fri utveckling** uppdelat på ekologiska målbilder

**Figure 9** Development of downed and standing coniferous deadwood [ $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ] for the restoration scenario and the free development scenario divided by the ecological targets Natural pine forest, Natural spruce forest, Deciduous rich coniferous forest and Natural deciduous forest





**Figur 10** Volym liggande och stående död ved av lövträd [ $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ ] för **restaurering** och **fri utveckling** för de ekologiska målbilderna

**Figure 10** Development of downed and standing deciduous deadwood [ $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ ] for the restoration scenario and the free development scenario divided by the ecological targets Natural pine forest, Natural spruce forest, Deciduous rich coniferous forest and Natural deciduous forest

### Naturvärdesträd

Antalet naturvärdesträd (NV-träd) är fler baserat på gränsvärdet för ålder än för gränsvärdet för diameter i alla fall i båda scenarior och målbilder förutom för asp i *Lövnatskog*.

#### Tallnatskog

Antalet NV-träd av tall och gran i *Tallnatskog* utvecklas i samma takt (se figur 11) med en skillnad som är  $< 1$  NV-träd per hektar fram till år 37,5. Vid den tidpunkten är antalet NV-träd  $5\text{--}6 \text{ha}^{-1}$  för tall och  $2\text{--}3 \text{ha}^{-1}$  för gran. Därefter så ökar antalet NV-träd kraftigt och ökningen sker snabbare i **fri utveckling** och vid år 102,5 så är differensen mellan **restaurering** och **fri utveckling**  $109 \text{ha}^{-1}$  NV-träd färre för tall och  $22 \text{ha}^{-1}$  färre för gran. Antalet uppgår i **restaurering** till  $118 \text{ha}^{-1}$  för tall och  $21 \text{ha}^{-1}$  för gran vid den tidpunkten.

För björk och rönn är skillnaden mellan **restaurering** och **fri utveckling** liten och uppgår till maximalt  $11,2 \text{ha}^{-1}$  fler träd i **fri utveckling** för björk vid år 142,5 och  $4,1 \text{ha}^{-1}$  för rönn och sälg vid år 137,5. Antalet NV-träd är även det lågt, i genomsnitt är antalet NV-träd i **restaurering** för björk  $3,3 \text{ha}^{-1}$  och  $0,6$  för rönn och sälg. I **fri utveckling** är motsvarande genomsnitt  $7,9$  för björk och  $2,3$  för rönn och sälg. Antalet NV-aspar är noll under hela plantiden.

### Grannaturskog

I *Grannaturskog* är differensen mellan de två olika scenariorna liten för trädslagen tall, gran, björk, asp och sälgrön under de första 47,5 åren. Differensen mellan de scenariorna uppgår till mindre än 1 NV-träd  $\text{ha}^{-1}$  (se figur 11). Antalet är då i **restaurering** 8,5 NV-tallar  $\text{ha}^{-1}$ , 16,3 NV-granar  $\text{ha}^{-1}$ , 16,3 NV-björkar  $\text{ha}^{-1}$  och 1,1 NV rönn/ sälgrön  $\text{ha}^{-1}$ . Vid plantidens slut så är differensen mellan **restaurering** och **fri utveckling** -10 NV-tallar  $\text{ha}^{-1}$  och -8,3 NV-granar. Det totala antalet NV-träd i **restaurering** är 130 NV-tallar  $\text{ha}^{-1}$  och 142 NV-granar, 26 NV-björkar samt 6,74 NV-rönn/sälgrön  $\text{ha}^{-1}$ . Det förekommer inga NV-aspar under hela planperioden.

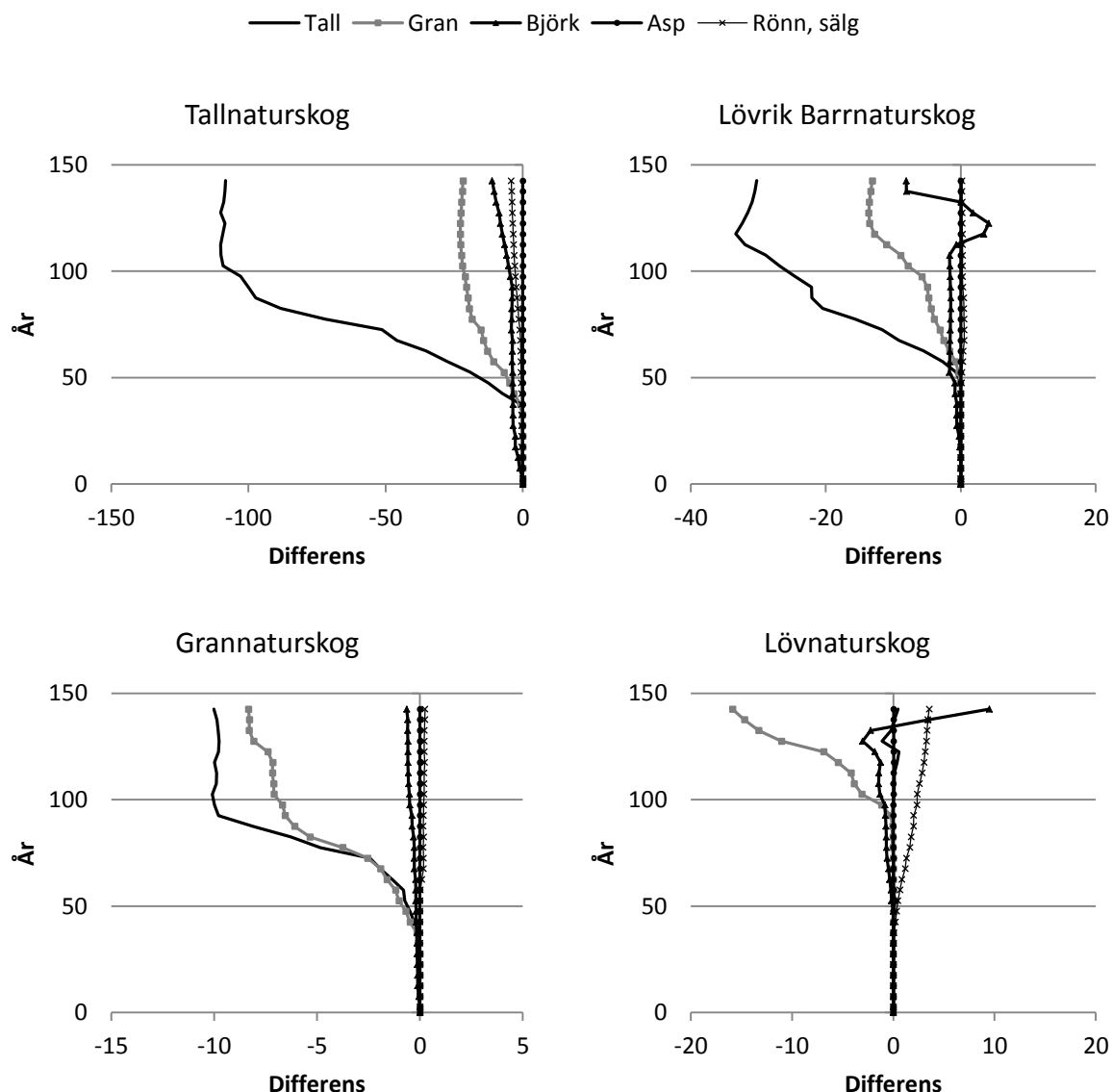
### Lövrik Barnaturskog

Under de första 27,5 åren så finns det inga NV-träd av tall och inga NV-granar fram till år 22,5 i varken **restaurering** eller **fri utveckling**. Antalet NV-rönnar/sälgrön utvecklas likvärdigt båda scenariorna.

Differensen av NV-träd mellan **restaurering** och **fri utveckling** är mindre än 1  $\text{ha}^{-1}$  för samtliga trädslag under de första 47,5 åren. De upp går då till 2,37  $\text{ha}^{-1}$  och 6,49 under plantiden. Det finns även en liten andel asp 0,04 träd  $\text{ha}^{-1}$  från år 82,5 och framåt. De klassificerar sig för naturvärdesträd både via ålder samt diameter.

### Lövnaturskog

Det finns inte några NV-tallar i något av scenariorna före år 32,5 inte heller några NV-granar före år 37,5 samt inga NV-aspar före år 22,5). Därefter är skillnaden mellan de olika scenariorna liten. Bortsett från björk är skillnaden mellan de olika trädslagen mindre än 1 NV-träd  $\text{ha}^{-1}$  fram till år 47,5. NV-träd av gran utvecklas i en större mängd i **fri utveckling** och vid planslut uppgår skillnaden till 15,88 för gran och antalet är då 10,4  $\text{ha}^{-1}$  i **restaurering**. För björk sker samma differensutveckling fram till år 132,5 då det skiljer 2,25 träd. Under de 10 sista åren vänder dock trenden till att finnas 9,5 fler NV-björkar  $\text{ha}^{-1}$  i **restaurering**. Skillnaden beror på att i **restaurering** fortsätter antalet att öka men i **fri utveckling** så sjunker antalet naturvärdesträd för björk i sista perioden.



**Figur 11** Differensen av antalet naturvärdesträd per trädslag i *restaurering* jämfört med antalet naturvärdesträd i *fri utveckling* över tid uppdelat på ekologiska målbilder. Ett positivt värde indikerar att antalet naturvärdesträd är fler i *restaurering*

**Figure 11** The difference in amount of nature value trees in the restoration scenario in relation to the free development scenario over time divided by ecological target Natural pine forest, Natural spruce forest, Deciduous rich coniferous forest and Natural deciduous forest. A positive value indicates that the amount of nature value trees is higher in the restoration scenario

### Nyckelbiotoper

Vid planstart klarar 66 avdelningar kraven för att klassas som nyckelbiotop vilket motsvarar 658 ha (6,2 %) av ekoparkens areal. Det kan jämföras med 14 % som klassades som nyckelbiotop och naturvärdeslokaler vid ekoparksinventeringen 2004 (Sveaskog, 2005). Fördelning av nyckelbiotoper på ekologiska målbilder är följande; 27 % i *Tallnaturskog*, 51 % i *Grannaturskog* 18 % samt i *Lövnaturskog* 3 % jämfört med *Tallnaturskog* 35 % *Grannaturskog* 29 % samt *Lövnaturskog* 7 % för de befintliga nyckelbiotoperna (Sveaskog, 2005). Vid år 92,5 uppnår 99,2 % av naturvårdsarealen nyckelbiotopsstatus.

### Tallnatskog

Arealen nyckelbiotop ökade från 178 ha till 832 ha fram till år 7,5 i **restaurering** vilket är 429 ha mer än i **fri utveckling**. Det tar 22,5 år med **fri utveckling** för att nå samma areal. 98,6 % av arealen inom den ekologiska målbilden *Tallnatskog* blir klassificerad som nyckelbiotop vilket sker år 57,5 i **restaurering** och 62,5 i **fri utveckling** scenariot (Tabell 5).

Den faktor som skiljer och leder till högre andelen nyckelbiotoper i **restaurering** är att fler avdelningar uppnår gränsvärdet för volym död ved ( $\geq 30$  stående döda träd vilket motsvarar  $7,1 \text{ m}^3 \text{ sk}$  eller  $\geq 30$  lågor vilket motsvarar  $6,2 \text{ m}^3 \text{ sk}$ ). Arealen som uppnår kraven för naturvärdesbetyg 1 i tre eller fler naturvärdesrubriker är högre i **fri utveckling** för naturvärdesrubrikerna, NV-träd, TBL och Ålder.

### Grannatskog

Utvecklingen av areal nyckelbiotop sker i *Grannatskog* i samma takt i både **restaurering** och **fri utveckling**. Vid år 47,5 är 100 % arealen inom den ekologiska målbilden *Grannatskog* nyckelbiotop (Tabell 5).

### Lövrík Barrnatskog

Efter 7,5 år är arealen nyckelbiotoper 296 ha i **restaurering** vilket är 120 ha fler än i **fri utveckling**. Skillnaden består helt i avdelningar som uppnår gränsvärdet volym död ved. Vid år 22,5 är arealen nyckelbiotop lika stor i båda scenariorna, 502 ha. Under de följande 65 åren bortsett från år 37,5 är arealen nyckelbiotoper i **fri utveckling** större. Vid år 92,5 nås högsta arealen nyckelbiotoper på 1283 ha (99,8 %) av arealen (Tabell 5).

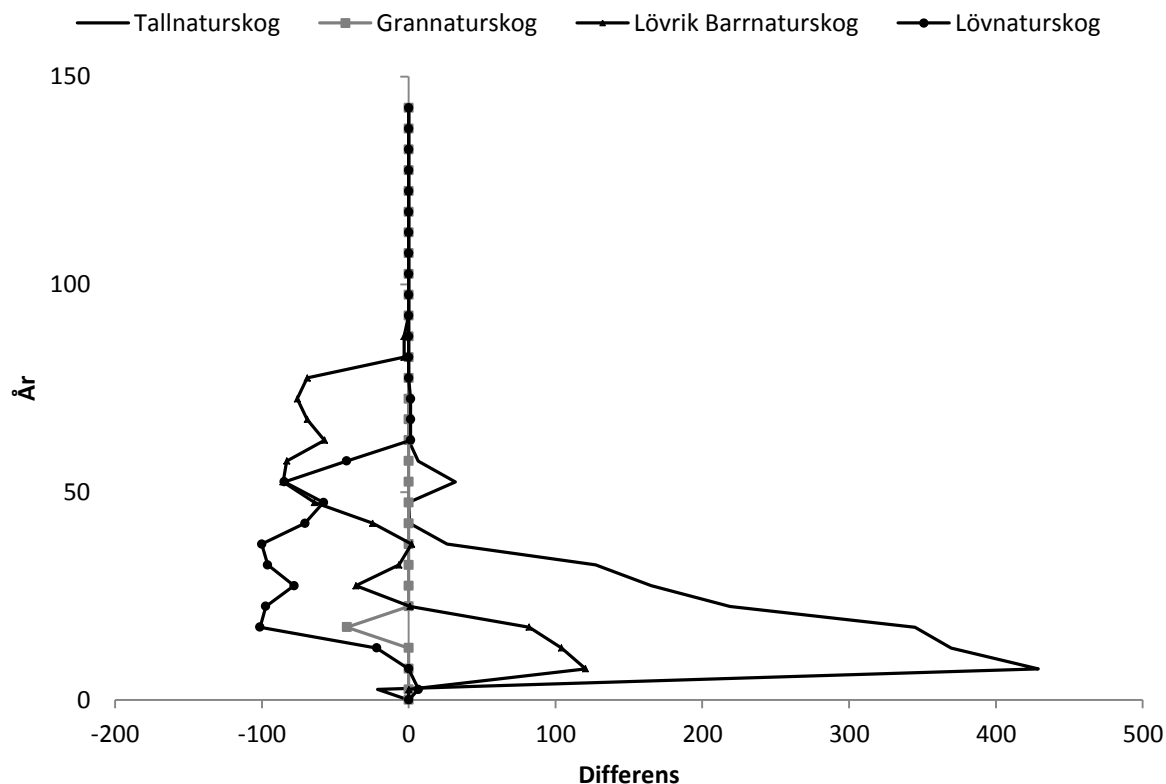
### Lövnatskog

Areal nyckelbiotoper inom *Lövnatskog* är större i **fri utveckling** fram till år 57,5 och där 98,8 % av *Lövnatskog* uppnår naturvärdesbetyg 1 för död ved år 77,5. **Fri utveckling** uppnår större areal nyckelbiotop på grund av att den når gränsvärdet för när volymen död ved är direktkvalificerande. **Restaurering** däremot uppnår naturvärdesbetyg 1 i tre eller fler naturvärdesrubriker samt antalet naturvärdesträd för att direktkvalificera sig till nyckelbiotop.

**Tabell 5** Tidpunkt (år) för när högsta andel nyckelbiotop nås för *Tallnatskog* 98,6 %, *Grannatskog* 100 %, *Lövrík Barrnatskog* 99,7 % och *Lövnatskog* 98,9 %

**Table 5** Time (yrs.) when the highest proportion of key biotope is reached in *Natural pine forest* 98.6 %, *Natural spruce forest* 100%, *Natural coniferous forest rich in deciduous trees* 99.7% and *natural deciduous forest* 98.9 %

	Tallnatskog	Grannatskog	Lövrík Barrnatskog	Lövnatskog
<b>Restaurering</b>	57,5	47,5	102,5	117,5
<b>Fri utveckling</b>	62,5	47,5	102,5	77,5



**Figur 12** Differensen av nyckelbiotopsareal för de olika ekologiska målbilderna i *restaurering* gentemot nyckelbiotopsarealen i *fri utveckling* över tid för de ekologiska målbilderna. Ett positivt värde anger att det är en större areal som uppfyller kriterierna för nyckelbiotoper i *restaurering* vid den tidpunkten

**Figure 12** The difference of key biotope area for the ecological targets Natural pine forest, Natural spruce forest, Deciduous rich coniferous forest and Natural deciduous forest in the restoration scenario in relation to the key biotope area in the free development scenario over time. A positive value indicates that area which meets the key biotope criteria (Table 4) is larger in the restoration scenario

## Diskussion

### Osäkerheter

Subjektiva inventeringar innehåller ofta fel (Ståhl, 1992). Till grund för analyserna i detta arbete ligger subjektiva inventeringar utförda i produktionssyfte och subjektiva naturvärdesbedömningar vars syfte främst är att beskriva de naturvärden som finns i avdelningarna och jämföra dem emot naturvärden i andra avdelningar. När de kvantifieras så följer osäkerheten med.

Andelen asp och rönn/sälg väldigt liten, eller helt frånvarande i de ekologiska målbilderna: *Tallnurskog*, *Grannurskog* och *Lövrík Barrnurskog*. Det gäller både för stamantal (se Figur 4) och volym (se Figur 3). I naturvärdesinventering har man dock hittat ca 2 NV-aspar ha<sup>-1</sup> i dessa ekologiska målbilder, vilket är ett bevis på att de sällsyntare trädslagen är etablerade inom avdelningarna men inte tagits med i beståndsregistret. En trolig förklaring till detta är att inventering för beståndsdata har skett fortlöpande och i produktionssyfte där man fokuserat endast på de trädslag som är viktiga i produktionssyfte; tall, gran och björk och därför inte räknat med de lövträd som är få till antalet inom en avdelning. Detta styrks av Ståhl (1992) som anger att sparsamt förekommande trädarter lätt förbises i subjektiva bedömningar av trädslagsandelar.

Den totala volymen död ved inom Ekoparken är låg, och med tanke på att dessa bestånd har undantagits från produktion för att de innehåller höga naturvärden, så är det mycket osannolikt att dessa siffror beskriver verkligheten korrekt. Den största felkällan är troligen den subjektiva inventeringen, där man bedömt antal lågor och stående döda träd  $\geq 15$  cm och inte heller räknar med fler än maximalt 25 lågor eller stående döda träd per ha (Sveaskog, 2004). Felet kan även ligga i att man har underskattat antalet stående döda träd eller lågor per hektar i den subjektiva inventering (Ringvall et al., 2000), eller att medelvolym för lågor eller stående döda träd  $\leq 15$  cm dbh är högre inom ekoparken än normalt vilket utan underskattning skulle ha resulterat i en högre total volym.

En annan felkälla är fördelningen mellan barr och löv samt fördelningen mellan stående och liggande död ved divergerar mellan den inventerade döda veden och den simulerade döda veden. Detta ger osäkerhet till hela analysen och beror på hur död ved behandlas i PlanWise. I importmallen (Anon, 2013a) så finns endast en kolumn som anger total volym död ved som simuleras ut på stående döda träd respektive liggande död ved i Heureka.

Antalet NV-träd och fördelningen mellan trädslag skiljer sig kraftig mellan inventeringen och simulerat tillstånd med Heureka, vilket är en stor felkälla för när de olika avdelningarna når nyckelbiotopsstatus. Anledningen till att skillnaden är att bestånden simulerats utifrån beståndsdata och när enskilda träddata ska simuleras så skapas en endast ett fåtal träd som är äldre och större än genomsnittet (Anon, 2013c). Det skulle ha kunnat förbättras genom att använda data från en systematisk inventering med klavade träd eller att skapa ett enskom skikt för naturvärdesträd i Heurekas importmall.

I Heureka skapades två egna variabler för NV-träd, en baserad på diameter och en baserad på ålder. Antalet NV träd baserades på den variabel som returnerade flest NV-träd. Teoretiskt kan det då antalet NV-träd undervärderas för det är inget som styrker att de träd som uppnått diameterkravet är samma träd som uppnått ålderskravet.

I brandsimuleringen höjdes mortaliteten för Retention Trees för att representera en ökad trädavgång efter brand. Det finns dock inga bra studier av effekterna av naturvårdsbränning. I enskilda bestånd kan resultatet variera från att inga träd dör till att hela bestånd slås ut. Det påverkas av beståndsstruktur och brandens intensitet (Sidoroff et al., 2007, Linder et al., 1998). Även bestånden lämnade för fri utveckling kan i teorin även de brinna (Kolstrom and Kellomaki, 1993) vilket de inte har möjlighet att göra i denna analys. Därför ger brandsimuleringen en osäker prognostisering av framtiden.

Skillnaden i antalet nyckelbiotoper i utgångsläget med Heureka's simulering och biotopinventeringen som gjordes ger ett annat utgångsläge för analyserna. Den lägre arealen nyckelbiotoper genererade med Heureka förlänger mest troligtvis tiden för måluppfyllnad. Problemet härrör från att bestånden som i biotopinventeringen uppnått nyckelbiotopsstatus inte gör det vid beståndssimuleringen. En möjlig förklaring kan vara att bestånden klassats som nyckelbiotop på grund av artförekomster eller andra faktorer (Nitare, 2011, Sveaskog, 2010) och inte struktur, eller att bestånden inte når upp till kraven för nyckelbiotop på grund av missvisande beståndsdata (se Figur 5 och 6)

## ***Beståndsutveckling***

### **Stående volym**

Den genomsnittliga stående volymen vid planstart i NO/NS avdelningarna i ekoparken är  $143 \text{ m}^3 \text{ sk ha}^{-1}$  vilket är jämförbart med gammal skog ( $>140$  år) på produktiv skogsmark i Västerbotten som har en stående volym på  $156 \text{ m}^3 \text{ sk ha}^{-1}$  (Nilsson et al., 2013) och rekonstruktioner av skogslandskap som då var att betrakta som "urskogar" hade ett virkesförråd på  $120 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  i Orsa och  $141 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  i Hamra (Linder, 1998, Linder et al., 1997, Linder and Östlund, 1998). Vid planslut så har medelvolymer stigit till  $479 \text{ m}^3 \text{ sk ha}^{-1}$  (235 % ökning) i **fri utveckling** jämfört med  $431 \text{ m}^3 \text{ sk ha}^{-1}$  (201 % ökning) i **restaurering**. Detta är mer än tre gånger så hög stamvedsvolym som i "urskogs"-landskapet i Orsa och Hamra samt för gammal skog på produktiv Skogsmark. Trenden med ett ökad stående volym återfinns i alla typer av skogar, dvs. *Tallnurskog*, *Grannurskog*, *Lövrík Barrnurskog* och *Lövnurskog* och talar emot en studie på där man såg att virkesförrådet i en *Grannurskog* låg i jämvikt under 50 år (Hofgaard, 1993)

Dock såg Linder (1998) virkesförrådsökning i två "urskogar" under 72 år där ett bestånd var dominerat av tall och ett var ett blandbestånd där utgångsvolymer var jämförbar med den i Käringsberget. Där ökade volymen med 45 % till  $252 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  i tallbeståndet och med 71 % till  $467 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  i blandbeståndet. Detta är fullt jämförbart med ökningen under de första 72,5 åren i *Lövrík Barrnurskog* som är 55 %.

En viktig del i naturvårdsrestaureringen är att minska granens inväxning där fokus ligger på andra trädslag. I *Tallnurskog*, *Lövrík Barrnurskog* och *Lövnurskog* (Figur 7 och 8) där andelen gran är lägre i **restaurering** än i **fri utveckling** så har naturvårdsskötseln lyckats. Dock så är andelen rönn/sälg låg i båda scenariorna. Detta trots att målet i **restaurering** varit att skapa möjligheter för mer sällsynta träd att kolonisera. Felet ligger i att Heureka inte hanterar föryngringen av rönn och sälg på ett korrekt sätt i föryngringen, främst efter den simulerade branden. Vilket stöds av en studie av de Chantal and Granström (2007) som visar på att efter skogsbrand så kan trädarter som rönn, sälg och asp vilka är föredraget foder av vilt (Bergman et al., 2005, Hörnberg, 2001), genom skydd av den döda veden som skapas av brand kan undvika att betas fram till betessäker höjd och därmed etablera sig i trädskiktet.

## Död ved

Volym död ved ökar för alla ekologiska målbilder (Figur 9). Volymen är jämförbar med bestånd av ”urskogs”- karaktär (Siitonen, 2001), det gäller även fördelningen av död ved på barr och löv, där barr utgör majoriteten av den döda veden (Figur 9 och 10) (Linder et al., 1997).

Den enda ekologiska målbilden där skötseln har en tydlig påverkan på volymen död ved är för *Tallnurskog* (Figur 9 och 10). Detta på grund av att i *Tallnurskog* används i störst utsträckning naturvårdsbränning som skötselåtgärd (Tabell 2). Störningar som brand skapar normalt stora mängder död ved (Kolstrom and Kellomaki, 1993, Linder et al., 1998).

Teorin om hur volym död ved utvecklas i ett ekosystem med naturliga störningar är att höga volymer död ved skapas av störningar. Den döda veden bryts därefter ner och blir lägre fram till nästa störning då en ny input av död ved sker (Sturtevant et al., 1997, Tyrrell and Crow, 1994). Detta mönster går att se för stående död ved i Figur 9, där topparna vid 12,5 och 77,5 år är perioder då bränning utförs i scenariot *restaurering*.

Utvecklingen som syns i de andra ekologiska målbilderna och för *Fri utveckling* i *Tallnurskog* där död ved volym ackumuleras över tid är svår att utvärdera. Under planperioden nås inte någon asymptot eller jämviktsläge. Volymen vid planslut uppnår dock till volymer som överens stämmer med andra studier (se Figur 9 och 10) (Linder et al., 1997).

I en studie av Eriksson et al. (2013) om effekterna av naturvårdsbränning på död ved, så dokumenterades det en förlust av redan närvarande död ved vid brand. Det är en aspekt som inte har kunnat inkluderas i denna analys. Det ger en osäker bild om vilken av de olika scenariorna innehåller mest död ved.

## Naturvärdesträd

I *Tallnurskog*, *Grannurskog* fanns inga positiva effekter av *restaurering* jämfört med *fri utveckling* för något trädslag. *Restaurering* skapade mer naturvärdesträd av rönn, sälk och björk i *Lövnurskog* samt för björk i *Lövrök Barrnurskog* under en väldigt kort period (Figur 11). Det ger tydliga indikationer att naturvärdesträd utvecklas snabbast utan aktiva åtgärder. Med undantag för om man gynnar ett trädslag som inte redan är etablerat i beståndet, t.ex. för rönn i *Lövnurskog* (Figur 11). Orsak till denna utveckling är logisk, om träd avverkas i en åtgärd finns det färre träd kvar som kan uppnå naturvärdesträd status. I fallet med rönn så avverkades ingen rönn överhuvudtaget, samtidigt som befriande gallringar utfördes.

En aspekt kan ju också vara vilken ”kvalité” det är på naturvårdssträden. I PlanWise är det inte möjligt att se vilka egenskaper naturvärdesträden i ett bestånd har med åtanke på medeldiameter, medelhöjd och andra storleksbeskrivande attribut.

## Nyckelbiotoper

Sveaskogs framtidsmål för naturvårdsskötseln för Ekoparken (Tabell 1) var att genom skötsel och fri utveckling öka andelen naturtyper med höga naturvärden till 45 % inom Ekoparken. Den långsiktiga analysen visar att detta kan uppnås inom 100 år. Men detta klaras inte med naturvärdesrestaurering utan det gäller om alla bestånd lämnas till fri utveckling. Dock så är skillnaden endast 23 ha och bortser man från den ekologiska målbilden *Lövnurskog* så är de likvärdiga. Det betyder dock inte att man uppnått de exakt de strukturer som man önskat att



uppnå utan endast att avdelningarna innehåller strukturer som kan kopplas till höga naturvärden. Ett bestånd som var tänkt att bli en lövnaturskog kan istället bli en Grannaturskog i fri utveckling.

Areal nyckelbiotopsklassade avdelningar utvecklas dock olika i de två scenariorna. I **restaurering Tallnaturskog** så skapas under en kort tid stora arealer nyckelbiotopsklassad skog i *Tallnaturskog* jämfört med **fri utveckling**. Detta beroende på de höga volymerna död ved som skapas (Figur 9 och 10) vilket gör att många bestånd direkt klassas som nyckelbiotop (Tabell 4). Även för *Lövnaturskog* är det volymen död ved som gör att scenariot **fri utveckling** uppnår nyckelbiotopsstatus snabbare än **restaurering**. Om död ved volym bortses från som direktkvalificerande faktor så uppnås en högre andel nyckelbiotopsklassad areal för **restaurering**. Det visar dels att man kan påskynda skapandet av nyckelbiotoper men även att gränsvärden för vad som är nyckelbiotop har en stor påverkan på resultatet. I denna analys användes 4 av de 17 olika naturvärdesrubrikerna. Dock är många av naturvärdesrubrikerna statiska, t.ex. topografin och kulturmiljöer (appendix 2 Tabell 7), samt att gränsvärdena inte har någon vetenskaplig grund utan bygger på Sveaskogs egen fältinstruktion vilket gör att analysen blir osäker. Det är därför viktigt att utreda vilka strukturer och faktorer som är mest betydelsefulla och hur de ska rangordnas då de påverkar utgången av analysen i stor utsträckning.

### **Slutsats**

Sveaskogs naturvårdsskötsel simulerat i **restaurering** har tydlig påverkan på virkesförrådsutvecklingen, volymen död ved i *Tallnaturskog* och *Lövrisk Barrnaturskog* samt för naturvärdesträd av rönn/sälg i *Lövnaturskog*. Det aktiva skapandet av död ved leder till att fler bestånd når nyckelbiotopsstatus tidigare. För alla andra faktorer så är resultatet från scenariot **fri utveckling** lika bra eller bättre än för **restaurering**. Resultatet av analysen visar att Sveaskogs mål om att öka andelen skog med höga naturvärden nås efter 100 år. Dock visar den inte om de specifika naturtyper man vill skapa är uppnådda. Skillnaden mellan **fri utveckling** och **restaurering** skiljer sig endast åt marginellt i fråga om när målet uppfylls. Det resultatet beror antagligen främst på svårigheter i implementera naturvårdsskötsel i Heureka. Även om inte scenarierna skiljer sig åt i måluppfyllnad kan det finnas andra fördelar med restaurerande skötsel, att man kan skapa specifika naturtyper som det förekommer en brist på samt en ekonomisk del där man kan använda intäkterna för att finansiera fler naturvårdsåtgärder, men någon sådan analys har inte utförts i detta arbete.

Möjligheterna för en långsiktig analys av naturvärden är möjlig med Heureka PlanWise, men det finns faktorer att förbättra. En modell för att simulera brand som tar hänsyn till bränslemängd, vindhastighet och beståndsstruktur saknas i systemet. Mer detaljerade utdata för död ved så att det rapporteras vilken kvalitet den håller är också önskvärd. En importmall för åtgärder där hur stor andel av ett trädslag ska avverkas eller hur trädslagsblandningen ska vara efter ingreppet, istället för att ange en gallringsstyrka skulle underlätta implementeringen av föreslagna naturvårdsåtgärder.

## Referenser

- AHNLUND, M. 2009. Våra ekoparker 36 unika upplevelser i Sverige. Sveaskog.
- ANON. 2013a. *Heureka help - importera bestandsregister* [Online]. Available: [http://www.heurekaslu.org/help/index.html?importera\\_bestandsregister.htm](http://www.heurekaslu.org/help/index.html?importera_bestandsregister.htm) [Accessed 2013-11-20].
- ANON. 2013b. *Heureka help - importera åtgärdsförslag* [Online]. Available: [http://www.heurekaslu.org/help/index.html?egna\\_atgardsforslag.htm](http://www.heurekaslu.org/help/index.html?egna_atgardsforslag.htm) [Accessed 2013-11-20].
- ANON. 2013c. *Heureka wiki - importera bestandsregister* [Online]. Available: [http://heurekaslu.org/wiki/Importera\\_best%C3%A5ndsregister#Simulering\\_av\\_tr.C3.A4dlistor\\_fr.C3.A5n\\_diameterf.C3.B6rdelningsfunktioner](http://heurekaslu.org/wiki/Importera_best%C3%A5ndsregister#Simulering_av_tr.C3.A4dlistor_fr.C3.A5n_diameterf.C3.B6rdelningsfunktioner) [Accessed 2013-11-21].
- ANON. 2014a. *Skogsdomäner - Heureka* [Online]. Available: <http://www.heurekaslu.org/help/index.html?skogsdoman.htm> [Accessed 2014-02-14].
- ANON. 2014b. *Systemöversikt - Heureka* [Online]. Available: <http://www.heurekaslu.org/help/index.html?systemoversikt.htm> [Accessed 2014-02-14].
- ATTIWILL, P. M. 1994. The disturbance of forest ecosystems: the ecological basis for conservative management. *Forest Ecology and Management*, 63, 247-300.
- AXELSSON, A.-L., STÅHL, G., SÖDERBERG, U., PETERSSON, H., FRIDMAN, J. & LUNDSTRÖM, A. (eds.) 2010. *Sweden. National Forest Inventories: Pathways for Common Reporting.*: Springer.
- BANNER, A. & LEPAGE, P. 2008. Long-term recovery of vegetation communities after harvesting in the coastal temperate rainforests of northern British Columbia. *Canadian Journal of Forest Research*, 38, 3098-3111.
- BERG, A., EHNSTROM, B., GUSTAFSSON, L., HALLINGBACK, T., JONSELL, M. & WESLIEN, J. 1994. Threatened Plant, Animal, and Fungus Species in Swedish Forests: Distribution and Habitat Associations. *Conservation Biology*, 8, 718-731.
- BERGMAN, M., IASON, G. R. & HESTER, A. J. 2005. Feeding patterns by roe deer and rabbits on pine, willow and birch in relation to spatial arrangement. *Oikos*, 109, 513-520.
- BYRAM, G. M. 1959. Combustion of forest fuels. In: DAVIS, K. P. (ed.) *Forest fire: control and use*. New York: McGraw-Hill.
- DE CHANTAL, M. & GRANSTRÖM, A. 2007. Aggregations of dead wood after wildfire act as browsing refugia for seedlings of *Populus tremula* and *Salix caprea*. *Forest Ecology and Management*, 250, 3-8.
- ERIKSSON, A. M., OLSSON, J., JONSSON, B. G., TOIVANEN, S. & EDMAN, M. 2013. Effects of restoration fire on dead wood heterogeneity and availability in three *Pinus sylvestris* forests in Sweden. *Silva Fennica*, 47.
- ESRI 2012. ArcMap 10.1 *Environmental System Research Institute, Inc.* Redland C.A., USA.
- FSC 2010. Swedish FSC Standard for Forest Certification including SLIMF indicators. V2-01 050510. Forest Stewardship Council.
- GÄRDENFORS, U. 2000. *Rödlistade arter i Sverige 2000 = The 2000 red list of Swedish species*, Uppsala, Artdatabanken, Sveriges lantbruksuniv. i samarbete med Naturvårdsverket :.
- HALME, P., ALLEN, K. A., AUNIŇŠ, A., BRADSHAW, R. H. W., BRŪMELIS, G., ČADA, V., CLEAR, J. L., ERIKSSON, A.-M., HANNON, G., HYVÄRINEN, E., IKAUNIECE, S., IRŠĖNAITĖ, R., JONSSON, B. G., JUNNINEN, K., KAREKSELA, S., KOMONEN, A., KOTIAHO, J. S., KOUKI, J., KUULUVAINEN, T., MAZZIOTTA, A., MÖNKKÖNEN, M., NYHOLM, K., OLDÉN, A.,

- SHOROHOVA, E., STRANGE, N., TOIVANEN, T., VANHA-MAJAMAA, I., WALLENIUS, T., YLISIRNIÖ, A.-L. & ZIN, E. 2013. Challenges of ecological restoration: Lessons from forests in northern Europe. *Biological Conservation*, 167, 248-256.
- HANSKI, I. Extinction debt and species credit in boreal forests: modelling the consequences of different approaches to biodiversity conservation. *Annales Zoologici Fennici*, 2000. 271-280.
- HARMON, M. E., KRANKINA, O. N. & SEXTON, J. 2000. Decomposition vectors: a new approach to estimating woody detritus decomposition dynamics. *Canadian Journal of Forest Research*, 30, 76-84.
- HOFGAARD, A. 1993. 50 years of change in a Swedish boreal old-growth *Picea abies* forest. *Journal of Vegetation Science*, 4, 773-782.
- HÖRNBERG, S. 2001. The relationship between moose (*Alces alces*) browsing utilisation and the occurrence of different forage species in Sweden. *Forest Ecology and Management*, 149, 91-102.
- JOSEFSSON, T., HÖRNBERG, G. & ÖSTLUND, L. 2009. Long-Term Human Impact and Vegetation Changes in a Boreal Forest Reserve: Implications for the Use of Protected Areas as Ecological References. *Ecosystems*, 12, 1017-1036.
- KOLSTROM, T. & KELLOMAKI, S. 1993. Tree survival in wildfires. *Silva Fennica*, 27, 277-281.
- KUULUVAINEN, T. 2002. Natural variability of forests as a reference for restoring and managing biological diversity in boreal Fennoscandia. *Silva Fennica*, 36, 97-125.
- KUULUVAINEN, T. & GRENFELL, R. 2012. Natural disturbance emulation in boreal forest ecosystem management — theories, strategies, and a comparison with conventional even-aged management This article is one of a selection of papers from the 7th International Conference on Disturbance Dynamics in Boreal Forests. *Canadian Journal of Forest Research*, 42, 1185-1203.
- KUUSSAARI, M., BOMMARCO, R., HEIKKINEN, R. K., HELM, A., KRAUSS, J., LINDBORG, R., ÖCKINGER, E., PÄRTEL, M., PINO, J., RODÀ, F., STEFANESCU, C., TEDER, T., ZOBEL, M. & STEFFAN-DEWENTER, I. 2009. Extinction debt: a challenge for biodiversity conservation. *Trends in Ecology & Evolution*, 24, 564-571.
- LINDER, P. 1998. Structural changes in two virgin boreal forest stands in central Sweden over 72 years. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 13, 451-461.
- LINDER, P., ELFVING, B. & ZACKRISSON, O. 1997. Stand structure and successional trends in virgin boreal forest reserves in Sweden. *Forest Ecology and Management*, 98, 17-33.
- LINDER, P., JONSSON, P. & NIKLASSON, M. 1998. Tree mortality after prescribed burning in an old-growth Scots pine forest in northern Sweden. *Silva Fennica*, 32, 339-349.
- LINDER, P. & ÖSTLUND, L. 1998. Structural changes in three mid-boreal Swedish forest landscapes, 1885–1996. *Biological Conservation*, 85, 9-19.
- LÄNSTYRELSEN & SKOGSVÅRDSSTYRELSEN 2006. *Strategi för formellt skydd av skog i Västerbottens län*, Umeå, Länsstyrelsen i Västerbottens län :.
- NILSSON, P., CORY, N., FRIDMAN, J. & KEMPE, G. 2013. *Skogsdata : [Elektronisk resurs] aktuella uppgifter om de svenska skogarna från Riksskogstaxeringen. 2013, Tema : Olika mått på skogens ålder och trädslagssammansättning*, Umeå, Institutionen för skoglig resurshushållning, Sveriges lantbruksuniversitet.
- NITARE, J. 2011. Barrskogar Nyckelbiotoper i Sverige. Jönköping: Skogsstyrelsen.

- NORÉN, M., NITARE, J., LARSSON, A., HULTGREN, B. & BERGENGREN, I. 2002. Handbok for inventering av nyckelbiotoper. Skogsstyrelsen: Jönköping.
- ÖSTLUND, L., ZACKRISSON, O. & AXELSSON, A. L. 1997. The history and transformation of a Scandinavian boreal forest landscape since the 19th century. *Canadian Journal of Forest Research-Revue Canadienne De Recherche Forestiere*, 27, 1198-1206.
- PASANEN, H., JUNNINEN, K. & KOUKI, J. 2014. Restoring dead wood in forests diversifies wood-decaying fungal assemblages but does not quickly benefit red-listed species. *Forest Ecology and Management*, 312, 92-100.
- RANNEBY, B., CRUSE, T., HÄGGLUND, B., JONASSON, H. & J., S. 1987. Designing a new national forest survey for Sweden. *Studia Forestalia Suecica*. 177.
- RINGVALL, A., FRIDMAN, J., LÄMÅS, T. & STÅHL, G. 2000. Inventering av död ved - några objektiva inventeringsmetoder. In: Fakta Skog 1, Umeå: SLU.
- SIDOROFF, K., KUULUVAINEN, T., TANSKANEN, H. & VANHA-MAJAMAA, I. 2007. Tree mortality after low-intensity prescribed fires in managed *Pinus sylvestris* stands in southern Finland. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 22, 2-12.
- SIITONEN, J. 2001. Forest Management, Coarse Woody Debris and Saproxylic Organisms: Fennoscandian Boreal Forests as an Example. *Ecological Bulletins*, 11-41.
- SKOGSSTYRELSEN 2012. *Skogsvårdslagstiftningen : gällande regler 1 januari 2012*, Jönköping, Skogsstyrelsen.
- STOKLAND, J. N. & LARSSON, K.-H. 2011. Legacies from natural forest dynamics: Different effects of forest management on wood-inhabiting fungi in pine and spruce forests. *Forest Ecology and Management*, 261, 1707-1721.
- STURTEVANT, B. R., BISSONETTE, J. A., LONG, J. N. & ROBERTS, D. W. 1997. Coarse Woody Debris as a Function of Age, Stand Structure, and Disturbance in Boreal Newfoundland. *Ecological Applications*, 7, 702-712.
- STÅHL, G. 1992. *En studie av kvalitet i skogliga avdelningsdata som insamlats med subjektiva inventeringsmetoder: A study on the quality of compartmentwise forest data acquired by subjective inventory methods*, Umeå.
- SVEASKOG 2004. Sveaskogs naturvärdesinventering - fältinstruktion. Sveaskog [opublicerad].
- SVEASKOG 2005. Preliminär Ekoparksplan käringberget. *Sveaskog*.
- SVEASKOG 2010. Sveaskogs Naturvärdesbedömning.
- SVEASKOG 2012. Sveaskogs naturvårdsarbete - En satsning för mångfald i framtiden skogslandskap. Stockholm: Sveaskog.
- SVEASKOG 2013a. Naturvärdesträd - identifiering i MO NORD, MITT och SYD. Sveaskog [opublicerad].
- SVEASKOG 2013b. Sveaskog i korthet. Stockholm: Sveaskog AB.
- TOIVANEN, T. & KOTIAHO, J. 2007. Mimicking natural disturbances of boreal forests: the effects of controlled burning and creating dead wood on beetle diversity. *Biodiversity and Conservation*, 16, 3193-3211.
- Tomppo, E., Gschwantner, T., Lawrence, M., Mcroberts E., R. Eds. 2010. *Sweden. National Forest Inventories: Pathways for Common reporting*, Springer.
- TYRRELL, L. E. & CROW, T. R. 1994. Dynamics of dead wood in old-growth hemlock-hardwood forests of northern Wisconsin and northern Michigan. *Canadian Journal of Forest Research*, 24, 1672-1683.
- VELLEND, M., VERHEYEN, K., JACQUEMYN, H., KOLB, A., CALSTER, H. V., PETERKEN, G. & HERMY, M. 2006. Extinction Debt of Forest Plants Persists for More than a Century following Habitat Fragmentation. *Ecology*, 87, 542-548.

## Bilaga 1. Skötselinställningar i PlanWise

**Tabell 6** Inställningar i kontrollkategorier för de olika skogsdomänerna  
**Table 6** Settings for control categories for the different forest domains

<b>Forest domain: Naturvårdsbränning med brandgynnande uttag</b>	
<b>Treatment Model</b>	
Regeneration settings	Seed trees; Controlled burning
Min Stems Cleaned	10000 stems ha <sup>-1</sup>
Seed Tree Retention	1.1;200; Dominant species
Seed Tree/ShelterWood selection	0.8;0.5;-1;-1;-0,3
Remove Existing Overstory	Leave
<b>Treatment Program Generator</b>	
Rotation Age Adjustment Factor	0.9
Always Cleaning	False
Max Number of Thinnings	0
Apply Proposals	False
<b>Production Model</b>	
Mortality for Retained Trees 1 – 5	50; 12; 80 ;95; 12; 50; 12; 50; 50; 12;
Mortality for Retained Trees 1 – 5	40; 6,8; 60; 6,8; 6,8; 40; 6,8; 20; 20; 6,8;
<b>Domain Settings</b>	
RetainedTreeCount	300
RetentionPriority	SalixCaprea 0; Pinus 10; Picea 12; SorbusAucuparia 0; Populus Tremula 0; Betula 20
Retention Time	200
<b>Forest domain: Uttag av Gran</b>	
<b>Treatment Model</b>	
Cleaning setting	P. 1 Aspen 100 %, P. 2 Other broadleaf 100 %, P. 3 Birch 33 %, P. 4 Spruce 30 %, P.5 Pine 30 %
Thinning Configuration Young Stand Thinning och Other Thinnings	Other broadleaf P.1 100 %; -0,2; -0,1; -0,1 Aspen P.2 100 %; -0,2; -0,1; -0,1 Spruce P.3 0 %; -0,2; -0,1; -0,1 Birch P.4 100 %; -0,2; -0,1; -0,1 Pine P.5 100 %; -0,2; -0,1; -0,1
Remove Existing Overstory	Leave
<b>Forest domain: Uttag av Tall</b>	
<b>Treatment Model</b>	
Cleaning settings	P.1 Birch 100%; P.2 Other broadleaf 100%; P.3 Aspen 100 %
Thinning Configuration Young Stand Thinning och Other Thinnings	Other broadleaf P.1 100 %; -0,2; -0,1; -0,1 Aspen P.2 100 %; -0,2; -0,1; -0,1 Pine P.3 0 %; -0,2; -0,1; -0,1 Birch P.4 100 %; -0,2; -0,1; -0,1 Spruce P.5 100 %; -0,2; -0,1; -0,1
Remove Existing Overstorey	Leave
<b>Forest domain: Bestånd med 2 skikt</b>	
<b>Treatment Model</b>	
Thinning Configuration	Other broadleaf P.1 100 %; -0,2; -0,1; -0,1 Aspen P.2 100 %; -0,2; -0,1; -0,1
Remove Existing Overstorey	Leave
<b>Forest domain: Avverkning av Contorta</b>	
<b>Treatment Model</b>	
Cleaning setting	P.1 Pine 100%; P.2 Spruce 100 %; P.3 Birch 100%; P.4

	Aspen 100%; P.5 Other broadleaf 100%; P.6 Contorta 1%
Thinning Configuration Young Stand Thinning och Other Thinnings	Spruce P.1 100 %; -0,2; -0,1; -0,1 Birch P.2 100 %; -0,2; -0,1; -0,1 Aspen P.3 100 %; -0,2; -0,1; -0,1 Other broadleaf P.4 100 %; -0,2; -0,1; -0,1 Pine P.5 100 %; -0,2; -0,1; -0,1 Contorta P.6 0 %; -0,2; -0,1; -0,1
<b>Forest domain: Luckhuggnig</b>	
<b><i>Treatment Model</i></b>	
Remove Existing Overstorey	Leave
<b>Forest domain: Tallnurskog</b>	
<b><i>Treatment model</i></b>	
Cleaning Settings	P.1 Spruce 30 %
Thinning Configuration Young Stand Thinning och Other Thinnings	P.1 Other broadleaf 100 %; -0,2; -0,1; -0,1 P.1 Aspen 100 %; -0,2; -0,1; -0,1
Min Thinning Grade	5
Max Thinning Grade	15
Remove Existing Overstorey	Leave
<b><i>Treatment Program Generator</i></b>	
Always Cleaning	False
Max Number of Thinnings	5
Treatment Priority	Thin
<b>Forest domain: Grannurskog</b>	
<b><i>Treatment model</i></b>	
Thinning Configuration Young Stand Thinning och Other Thinnings	P.1 Other broadleaf 100 %; -0,5; -0,1; -0,1 P.2 Aspen 100 %; -0,5; -0,1; -0,1
Min Thinning Grade	5
Max Thinning Grade	15
Remove Existing Overstorey	Leave
<b><i>Treatment Program Generator</i></b>	
Always Cleaning	False
Max Number of Thinnings	5
Treatment Priority	Thin
<b>Forest domain: Lövrík Barrnurskog</b>	
<b><i>Treatment model</i></b>	
Cleaning Settings	P.1 Aspen 100 %; P.2 Other broadleaf 100%; P.3 Spruce 30%; P.4 Pine 30 %; P.5 Birch 30 % Number of trees / ha Fixed 1200
Thinning Configuration Young Stand Thinning och Other Thinnings	HuginOld -0,40; 0,00; -0,20; -0,10; -0,10
Min Thinning Grade	5
Max Thinning Grade	20
Remove Existing Overstorey	Leave
<b>Forest domain: Lövnurskog</b>	
<b><i>Treatment Model</i></b>	
Regeneration Settings	Clearcut; Sowing; None; Birch
Cleaning Settings	P.1 Aspen 100 %; P.2 Other broadleaf 100%; P.3 Birch 95 %; Number of trees / ha Fixed 900
Height Range	2; 10
Thinning Configuration Young Stand Thinning och Other Thinnings	P.1 Other broadleaf 100 %; 0; 0; 0 P.2 Aspen 100 %; 0; 0; 0 P.3 Birch 95 %; 0; 0; 0

Min Thinning Grade	5
Max Thinning Grade	20
Remove Existing Overstorey	Leave
<b>Forest domain: Naturvårdsbränning utan uttag</b>	
<b><i>Treatment Model</i></b>	
Regeneration settings	Seed trees; Controlled burning
Min Stems Cleaned	10000 stems ha <sup>-1</sup>
Seed Tree Retention	1.1;200; Dominant species
Seed Tree/ShelterWood selection	0.8;0.5;-1;-1;-0,3
Remove Existing Overstorey	Leave
<b><i>Treatment Program Generator</i></b>	
Rotation Age Adjustment Factor	0.9
Always Cleaning	False
Max Number of Thinnings	0
Apply Proposals	False
<b><i>Production Model</i></b>	
Mortality for Retained Trees 1 – 5	50; 12; 80 ;95; 12; 50; 12; 50; 50; 12;
Mortality for Retained Trees 1 – 5	50; 6,8; 60; 6,8; 6,8; 40; 6,8; 20; 20; 6,8;
<b><i>Nature Conservation</i></b>	
RetainedTreeCount	100 000
RetentionPriority	Pinus 20; Picea 20; SalixCaprea 0; SorbusAucuparia 10; Populus Tremula 0; Betula 15
RetentionTime	200
<b>Forest domain: NO</b>	
<b><i>Treatment Program Generator</i></b>	
Management System	Unmanaged

## Bilaga 2. Sveaskogs naturvärdesrubriker för naturvärdesbedömning

**Tabell 7** Naturvärden som tas i beaktning vid Sveaskogs bedömning och om dessa är kvantifierbara  
*Table 7 The nature values that Sveaskog assess in their nature value assessment specified whether they are quantifiable or not*

Naturvärdesrubriker	Kvantifierbar
Naturvärdesträd	Ja
Naturvärdesträdskvalitet	Nej
Trädslag	Ja
Död ved	Ja
Lågakvalitet	Nej
Kontinuitet	Nej
Ålder	Ja
Topografi	Nej
Mark	Nej
Vattenmiljöer	Nej
Naturliga Processer	Nej
Biotoper	Nej
Kulturmiljöer	Nej
Friluftsliv	Nej
Rennäring	Nej
Arter	Nej

Källa: (Sveaskog, 2010)